

Fuel cell stack has burner gas feed/outlet line and feed/outlet line carrying gas containing oxygen feeding gas containing combustible gas or oxygen to each fuel cell unit in stack

Publication number: DE10041532

Publication date: 2001-03-08

Inventor: SUGITA NARUTOSHI (JP); OSAO NORIAKI (JP);
USHIO TAKESHI (JP)

Applicant: HONDA MOTOR CO LTD (JP)

Classification:



- International: *H01M8/24; H01M8/04; H01M8/24; H01M8/04; (IPC1-7):*
H01M8/24; H01M8/02

- European: H01M8/24B2

Application number: DE20001041532 20000824

Priority number(s): JP19990247790 19990901; JP19990249830 19990903;
JP20000227413 20000727

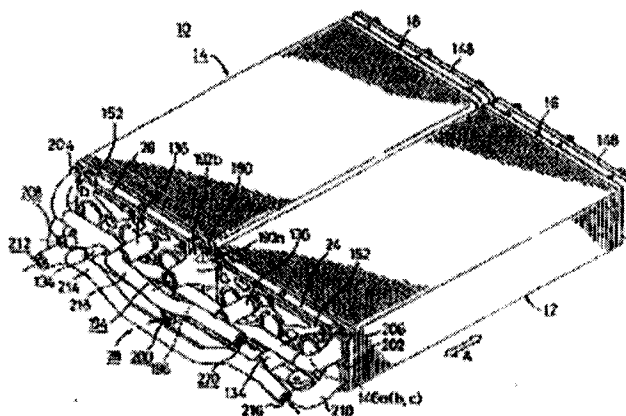
Also published as:

 US6613470 (B1)
 CA2317300 (A1)

[Report a data error here](#)

Abstract of DE10041532

The fuel cell stack has a number of fuel cell units, each with a solid polymer ion exchange membrane between anode and cathode electrodes, stacked with separators. The rectangular units have longer horizontal than vertical lengths. A burner gas feed/outlet line (138b) and a feed/outlet line (138a) carrying gas containing oxygen feed gas containing combustible gas or oxygen to each unit at upper and lower sections at both ends and into the stack in the transverse direction. An independent claim is also included for a fuel cell system.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

21 Aktenzeichen: 100 41 532.6
22 Anmeldetag: 24. 8. 2000
43 Offenlegungstag: 8. 3. 2001

30 Unionspriorität:

11-247790	01. 09. 1999	JP
11-249830	03. 09. 1999	JP
00-227413	27. 07. 2000	JP

71 Anmelder:

Honda Giken K.K., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:

Weickmann & Weickmann, 81679 München

72 Erfinder:

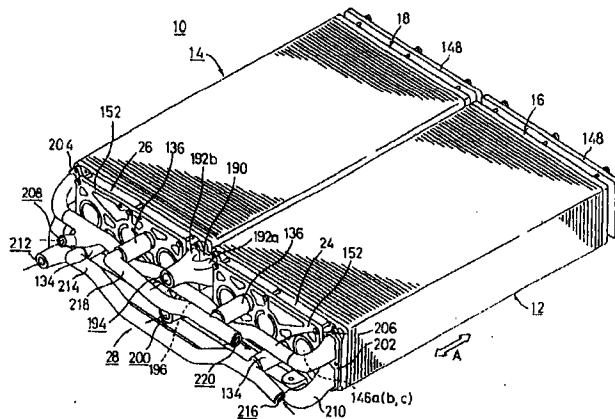
Sugita, Narutoshi, Wako, Saitama, JP; Osao,
Noriaki, Wako, Saitama, JP; Ushio, Takeshi, Wako,
Saitama, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Brennstoffzellenstapel

57 In einem ersten Brennstoffzellenstapel (12) sind ein Brenngaseinlass (68a), ein Brenngasauslass (68b), ein Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass (56a), ein Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass (56b) und andere Komponenten vorgesehen, die an oberen und unteren Abschnitten an beiden Enden in Querrichtung angeordnet sind. Eine Mehrzahl von Kühlmittel-Einlässen (70a bis 70d), eine Mehrzahl von Kühlmittel-Auslässen (70e bis 70h) und andere Komponenten sind an unteren Abschnitten an der Längsseite bzw. an oberen Abschnitten an der Längsseite vorgesehen. Ein Kühlmittel fließt von den unteren Abschnitten zu den oberen Abschnitten durch Kühlmittelkanäle (74a bis 74d), um die Energieerzeugungsoberfläche gleichmäßig und zuverlässig zu kühlen.



Die Erfindung betrifft einen Brennstoffzellenstapel mit einer Mehrzahl von Brennstoffzelleneinheiten, jeweils zusammengesetzt aus einer Festpolymer-Ionenaustauschermembrane, die zwischen einer Anodenelektrode und einer Kathodenelektrode angeordnet ist, wobei die Mehrzahl von Brennstoffzelleneinheiten mit zwischen diese eingreifenden Separatoren in horizontaler Richtung gestapelt ist.

Eine bekannte Festpolymer-Brennstoffzelle umfasst eine Brennstoffzelleneinheit mit einer Anodenelektrode und einer Kathodenelektrode, die einander gegenüberliegend beiderseits einer Ionenaustauschermembrane angeordnet sind, die aus einer Polymer-Ionenaustauschermembran (Kationen-Austauschermembran) zusammengesetzt ist, wobei die Brennstoffzelleneinheit zwischen Separatoren angeordnet ist. Gewöhnlich wird die Festpolymer-Brennstoffzelle als Brennstoffzellenstapel verwendet, der eine vorbestimmte Anzahl von Brennstoffzelleneinheiten sowie eine vorbestimmte Anzahl der Separatoren aufweist, die aufeinander gestapelt sind.

In diesem Brennstoffzellenstapel wird Brenngas, wie etwa der Anodenelektrode zugeführtes wasserstoffhaltiges Gas, an der Katalysatorelektrode in Wasserstoffionen umgewandelt, und das Ion bewegt sich durch die geeignet befeuchtete Ionenaustauschermembran zur Kathode. Das bei diesem Prozess erzeugte Elektron wird zu einer externen Schaltung abgeführt, und das Elektron wird als elektrische Gleichstromenergie verwendet. Sauerstoffhaltiges Gas, wie etwa Gas mit Sauerstoff oder Luft, wird der Kathodenelektrode zugeführt. Daher reagieren das Wasserstoffion, das Elektron und das Sauerstoffgas miteinander an der Kathode, so dass Wasser produziert wird.

Wenn der oben beschriebene Brennstoffzellenstapel an einem Fahrzeug oder dergleichen angebracht werden soll, muß jede der Brennstoffzelleneinheiten so gestaltet sein, dass sie eine große Energieerzeugungsoberfläche hat, um die erforderliche elektrische Energie bereitzustellen. Im Ergebnis bekommt der gesamte Brennstoffzellenstapel eine beträchtliche Größe. Jedoch liegt der geeignete Raum zum Unterbringen des Brennstoffzellenstapels für das Fahrzeug unter dessen Boden. Daher besteht der Wunsch, dass der am Fahrzeug anzubringende Brennstoffzellenstapel so konstruiert ist, dass er eine rechteckige Konfiguration hat, deren horizontale Länge länger ist als eine vertikale Länge, wobei die Abmessung in der Höhenrichtung gering sein soll. Im Hinblick hierauf ist beispielsweise aus dem US-Patent Nr. 5,804,326 ein Brennstoffzellenstapel bekannt, dessen jeweilige Brennstoffzelleneinheiten eine rechteckige Konfiguration haben und eine Mehrzahl dieser Brennstoffzelleneinheiten mit dazwischen angeordneten Separatoren aufeinander gestapelt sind.

Bei der oben beschriebenen herkömmlichen Technik sind jedoch ein Reaktionsgaskanal und ein Kühlmittelkanal an einer identischen Oberfläche des Separators vorgesehen. Der Kühlmittelkanal ist in den Reaktionsgaskanal eingeschoben und erstreckt sich linear in Richtung der langen Seite. Aus diesem Grund ist es unmöglich, das Kühlwasser der gesamten Energieerzeugungsoberfläche zuzuführen. Es besteht die Gefahr, dass die Energieerzeugungsoberfläche nicht effizient gekühlt werden kann.

Ferner erstreckt sich der Kühlmittelkanal in Längsrichtung des rechteckigen Separators. Im Ergebnis kommt es zu folgendem Problem. Das heißt, der Kühlmittelkanal ist länglich, es kommt zu einem großen Druckverlust, und die Temperatur(ungleich)verteilung nimmt an der Separatoroberfläche zu.

Andererseits ist daran gedacht, dass ein einzelner Brenn-

stoffzellenstapel durch Stapeln einer beträchtlich großen Anzahl von Brennstoffzelleneinheiten aufgebaut wird, um die gewünschte elektrische Energie bereitzustellen zu können. Jedoch kommt es zu folgendem Problem. Das heißt, die Länge des Brennstoffzellenstapels in der Stapelrichtung wird ziemlich lang, und es wird unmöglich, das Brenngas den jeweiligen Brennstoffzelleneinheiten gleichmäßig zuzuführen.

Im Hinblick hierauf wird ein Brennstoffzellensystem verwendet, das aufgebaut wird, indem eine Mehrzahl von Brennstoffzellenstapeln vorbereitet werden und die jeweiligen Brennstoffzellenstapel mit Hilfe eines Verteilers in Serie verbunden werden. Beispielsweise werden in der japanischen Patentoffenlegungsschrift: Nr. 8-171926 vier Stapel (Brennstoffzellenstapel) vorbereitet. Zwei dieser Stapel, die jeweils in zwei Reihen in der Stapelrichtung angeordnet sind, werden in Serie angeordnet, indem ein Zufuhr/Abfuhr-element für den Brennstoff und dergleichen angebracht wird. Das Zufuhr/Abfuhr-element für Brennstoff und dergleichen ist an einander gegenüberliegenden vertikalen Flächen an beiden Enden vorgesehen, mit Löchern zum Zuführen/Abführen des Brennstoffs und dergleichen in Bezug auf die jeweiligen zwei Stapel. Ferner ist ein Zufuhr/Abfuhr-element für den Brennstoff und dergleichen mit Kanälen ausgebildet, um eine Verbindung zwischen den jeweiligen Löchern an der Innenseite des Zufuhr/Abfuhr-elements für den Brennstoff und dergleichen herzustellen.

Bei der oben beschriebenen herkömmlichen Technik sind die jeweiligen zwei Stapel nebeneinander und an den beiden Endflächen des Zufuhr/Abfuhr-elements für den Brennstoff und dergleichen angeordnet. Ein Pressenmechanismus ist an einer Endfläche angeordnet, die an einer dem Zufuhr/Abfuhr-element für Brennstoff und dergleichen gegenüberliegenden Seite jedes der Stapel angeordnet ist, so dass die Stapel in der Stapelrichtung zusammengepresst werden. Ferner sind ein oberes Gehäuse und ein unteres Gehäuse an oberen und unteren Abschnitten des Stapels installiert. Daher kommt es zu folgendem Problem. Das heißt, das Zusammensetzen der gesamten Brennstoffzelle wird kompliziert und die Anordnung des Zufuhr/Abfuhr-elements für den Brennstoff und dergleichen ist ziemlich kompliziert. Das Zufuhr/Abfuhr-element für den Brennstoff und dergleichen hat große Abmessungen und eine komplizierte Struktur, und die Herstellungskosten sind erheblich.

Allgemeine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Brennstoffzellenstapel anzugeben, der es ermöglicht, die Abmessung in der Höhenrichtung eines gesamten Brennstoffzellenstapels gering zu machen und die Energieerzeugungsoberfläche gleichmäßig zu kühlen.

Eine Hauptaufgabe der Erfindung ist es, ein Brennstoffzellensystem mit zwei parallel angeordneten Brennstoffzellen stapeln anzugeben, das es ermöglicht, die Rohrstruktur zum Zuführen und Abführen von Fluiden, wie etwa Brenngas, zu den jeweiligen Brennstoffzellenstapeln zu vereinfachen und die Abmessung in der Höhenrichtung des Brennstoffzellenstapels effektiv zu reduzieren.

Zumindest eine der obigen Aufgaben wird mit einem Brennstoffzellenstapel bzw. -system nach einem der Ansprüche 1, 6 und 11 gelöst.

In dem erfindungsgemäßen Brennstoffzellenstapel ist die Brennstoffzelleneinheit so ausgeführt, dass sie eine rechteckige Konfiguration hat, deren horizontale Länge länger ist als die vertikale Länge. Die Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung und die Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung, die an oberen und unteren Abschnitten an beiden Enden in Querrichtung angeordnet sind, sind in dem Brennstoffzellenstapel vorgesehen. Daher kann der gesamte Brennstoffzellenstapel so ausgestaltet werden, dass er eine kleine Ab-

messung in der Höhenrichtung hat. Daher kann der Brennstoffzellenstapel leicht in einem niedrigen Raum untergebracht werden, wie etwa unter dem Boden einer Fahrzeugkarosserie.

Bei dem erfindungsgemäßen Brennstoffzellenstapel sind die Brenngas-Zufuhr/Abfuhröffnung und die Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhröffnung an den oberen und unteren Abschnitten beider Enden in Querrichtung vorgesehen. Die Mehrzahl von Kühlmittel-Zufuhröffnungen und die Mehrzahl von Kühlmittel-Abfuhröffnungen sind an den oberen und unteren Abschnitten vorgesehen. Daher kann der gesamte Brennstoffzellenstapel so ausgestaltet werden, dass seine Struktur in der horizontalen Länge länger ist als in der vertikalen Länge. Ferner fließt das Kühlmedium von dem unteren Abschnitt zu dem oberen Abschnitt. Daher kann die Luft, die vermischt in dem Kühlmittel vorhanden ist, gleichmäßig abgegeben werden. Der Kühlmittelkanal wird verkürzt. Daher ist es möglich, den Druckverlust zu senken, und es ist möglich, das Auftreten einer Temperatur(ungleich)-Verteilung zu vermeiden.

Ferner sind in dem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem die Zufuhr/Abfuhrleitungen für das Brenngas und dergleichen in den ersten und zweiten Brennstoffzellenstapeln symmetrisch zueinander angeordnet. Die Zufuhr/Abfuhröffnungen für das Brenngas und das sauerstoffhaltige Gas, die an den oberen und unteren Abschnitten beider Enden in Querrichtung angeordnet sind, sind an den einander angrenzenden vertikalen Flächen symmetrisch zueinander angeordnet. Die Zufuhr/Abfuhröffnungen für das Kühlmittel sind in Richtung nach oben und unten und in Richtung nach links und rechts an den inneren Positionen angeordnet. Daher kann die Abmessung in der Höhenrichtung des Brennstoffzellenstapels wirkungsvoll verkürzt werden. Es ist möglich, den Raum an der Oberseite des Brennstoffzellensystems wirkungsvoll zu nutzen. Ferner sind die Zufuhr/Abfuhröffnungen für das Brenngas, das sauerstoffhaltige Gas und das Kühlmittel symmetrisch an den identischen vertikalen Oberflächen der ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel angeordnet. Daher wird das Anordnen der Rohre vereinfacht, und die Verteilerstruktur lässt sich problemlos vereinfachen.

Die Erfindung wird nun in Ausführungsbeispielen anhand der beigefügten Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Perspektivansicht eines Brennstoffzellensystems, in dem Brennstoffzellenstapel nach einer ersten Ausführung enthalten sind;

Fig. 2 eine Seitenansicht des Brennstoffzellensystems;

Fig. 3 eine Explosions-Perspektivansicht von Hauptkomponenten des Brennstoffzellenstapels;

Fig. 4 eine vertikale Schnittrichtung von Hauptkomponenten des Brennstoffzellenstapels;

Fig. 5 eine Vorderansicht einer ersten Oberfläche eines zweiten Separators für den Aufbau des Brennstoffzellenstapels;

Fig. 6 eine Vorderansicht einer zweiten Oberfläche des zweiten Separators;

Fig. 7 einen schematischen Vertikalschnitt des Brennstoffzellenstapels;

Fig. 8 eine Verbindungsstruktur eines Stromenergie-Ableitanschlusses für den Aufbau des Brennstoffzellenstapels;

Fig. 9 eine Perspektivansicht einer Leiterplatte für den Aufbau des Brennstoffzellenstapels;

Fig. 10 Kanäle mit Angaben der Fluidströme in dem Brennstoffzellenstapel;

Fig. 11 eine Vorderansicht einer Innenfläche einer zweiten Endplatte für den Aufbau des Brennstoffzellenstapels;

Fig. 12 eine Draufsicht auf den Brennstoffzellenstapel;

Fig. 13 eine Vorderansicht des Brennstoffzellensystems

in einem Zustand, in dem eine Rohranordnung der Illustration wegen weggelassen ist;

Fig. 14 eine Rückansicht des Brennstoffzellensystems;

Fig. 15 eine Perspektivansicht der Unterseite des Brennstoffzellensystems;

Fig. 16 eine Vorderansicht des Brennstoffzellensystems;

Fig. 17 Kanäle mit Angaben der Fluidströme in einem Brennstoffzellenstapel nach einer zweiten Ausführung;

Fig. 18 eine Explosions-Perspektivansicht von Hauptkomponenten des Brennstoffzellenstapels; und

Fig. 19 eine Vorderansicht einer ersten Oberfläche eines zweiten Separators für den Aufbau des Brennstoffzellenstapels.

Fig. 1 zeigt eine schematische Perspektivansicht eines Brennstoffzellensystems 10, in das Brennstoffzellenstapel nach einer ersten Ausführung eingesetzt sind, und **Fig. 2** zeigt eine Seitenansicht des Brennstoffzellensystems 10.

Das Brennstoffzellensystem 10 umfasst einen ersten Brennstoffzellenstapel 12 und einen zweiten Brennstoffzellenstapel 14, die parallel zueinander in horizontaler Richtung (in Richtung des Pfeils A) angeordnet sind. Ein erster Stromenergie-Ableitanschluss 20 als positive Elektroden-elektrode und ein zweiter Stromenergie-Ableitanschluss 22 als negative Elektroden-elektrode sind an ersten Endplatten 16, 18 vorgesehen, die vertikale Oberflächen bilden, die an jeweiligen ersten Enden einer identischen Seite der ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel 12, 14 angeordnet sind.

Eine Rohr- bzw. Schlauchanordnung 28, die zum Zuführen und Abführen von Brenngas, sauerstoffhaltigem Gas und Kühlmittel in Bezug auf die ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel 12, 14 dient, ist an einer Seite zweiter Endplatten 24, 26 angeordnet, die vertikale Oberflächen bilden, die an jeweiligen zweiten Enden einer anderen identischen Seite der ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel 12, 14 angeordnet sind. Die ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel 12, 14 sind mit Hilfe eines Befestigungsmechanismus 30 an einer Befestigungsplatte 31 eines Fahrzeugs befestigt.

Wie in den **Fig. 3** und **4** gezeigt, umfasst der erste Brennstoffzellenstapel 12 eine Brennstoffzelleneinheit 32 und erste und zweite Separatoren 34, 36 zum Halten der dazwischen angeordneten Brennstoffzelleneinheit 32. Eine Mehrzahl von Sätzen dieser Komponenten sind in horizontaler Richtung gestapelt (Richtung von Pfeil A). Der erste Brennstoffzellenstapel 12 hat insgesamt die Konfiguration eines rechteckigen Parallelepipeds. Der erste Brennstoffzellenstapel 12 ist so angeordnet, dass die kurze Seitenrichtung (Richtung von Pfeil B) in Schwerkrafttrichtung weist, und die lange Seitenrichtung (Richtung von Pfeil C) in horizontaler Richtung weist.

Die Brennstoffzelleneinheit 32 enthält eine Festpolymer-Ionenaustauschermembran 38 sowie eine Kathodenelektrode 40 und eine Anodenelektrode 42, die so angeordnet sind, dass die Ionenaustauschermembran 38 zwischen sie eingreift. Erste und zweite Gasdiffusionsschichten 44, 46, die jeweils z. B. aus porösem Kohlepapier als poröser Schicht aufgebaut sind, sind für die Kathodenelektrode 40 und die Anodenelektrode 42 angeordnet.

An beiden Seiten der Brennstoffzelleneinheit 32 sind erste und zweite Dichtungen 48, 50 vorgesehen. Die erste Dichtung 48 hat eine größere Öffnung 52 zur Aufnahme der Kathodenelektrode 40 und der ersten Gasdiffusionsschicht 44. Die zweite Dichtung 50 hat eine große Öffnung 54 zur Aufnahme der Anodenelektrode 42 und der zweiten Gasdiffusionsschicht 46. Die Brennstoffzelleneinheit 32 und die ersten und zweiten Dichtungen 48, 50 sind zwischen der ersten und zweiten Separatoren 34, 36 angeordnet.

Der erste Separator 34 ist so ausgeführt, dass seine Fläche 34a, die der Kathodenelektrode 40 gegenüberliegt, und

seine Fläche **34b**, die an der entgegengesetzten Seite angeordnet ist, jeweils eine rechteckige Konfiguration haben. Beispielsweise ist der erste Separator **34** so angeordnet, dass die lange Seite **55a** in die horizontale Richtung weist und die kurze Seite **55b** in Schwerkraftrichtung weist.

Ein Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass (Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhröffnung) **56a**, der den Durchlass von sauerstoffhaltigem Gas, wie etwa Gas mit Sauerstoff oder Luft gestattet, und ein Brenngaseinlass **58a**, der den Durchlass von Brenngas, wie etwa wasserstoffhaltigem Gas erlaubt, die jeweils eine längliche Form in der vertikalen Richtung haben, sind an oberen Abschnitten beider Endränder der kurzen Seiten **55b** des ersten Separators **34** vorgesehen. Ein Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass (Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhröffnung) **56b** und ein Brenngasauslass **58b**, die jeweils in der vertikalen Richtung eine längliche Form haben, sind so vorgesehen, dass an diagonalen Positionen in Bezug auf den Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass **56a** und Brenngaseinlass **58a** an unteren Abschnitten beider Endränder der kurzen Seiten **55b** des ersten Separators **34** angeordnet sind.

Vier Kühlmittel-Einlässe **60a** bis **60d**, die in Richtung des Pfeils **C** länglich sind, sind an unteren Endabschnitten der langen Seite **55a** des ersten Separators **34** vorgesehen. Ähnlich sind vier Kühlmittel-Auslässe **60e** bis **60h**, die in Richtung des Pfeils **C** länglich sind, an oberen Abschnitten an der langen Seite **55a** des ersten Separators **34** vorgesehen. Das Kühlmittel, wie etwa reines Wasser, Ethylenglykol und Öl, wird den Kühlmittel-Einlässen **60a** bis **60d** zugeführt.

Zehn erste Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten **62**, die mit dem Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass **56a** in Verbindung stehen und die voneinander unabhängig sind, sind in Schwerkraftrichtung vorgesehen, während sie an der kurzen Seite **55b** Kurven bilden und in der horizontalen Richtung an der Oberfläche **34a** des ersten Separators **34** mäandrieren. Die ersten Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten **62** münden in fünf zweite Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten **65**. Die zweiten Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten **65** stehen mit dem Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass **56b** in Verbindung. An sechs Abschnitten des ersten Separators **34** sind Löcher **63** zum Einsetzen von Verbindungsstangen ausgebildet.

Der zweite Separator **36** hat eine rechteckige Konfiguration. Ein Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass **66a** und ein Brenngaseinlass (Brenngas-Zufuhröffnung) **68a** durchsetzen obere Abschnitte beider Endränder an der kurzen Seite **64b** des zweiten Separators **36**. Ein Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass **66b** und ein Brenngasauslass (Brenngas-Abfuhröffnung) **68b** durchsetzen untere Abschnitte beider Endränder derselben, so dass sie an diagonalen Positionen in Bezug auf den Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass **66a** und den Brenngaseinlass **68a** angeordnet sind.

Vier Kühlmittel-Einlässe **70a** bis **70d**, die in Richtung des Pfeils **C** länglich sind, durchsetzen untere Abschnitte an der langen Seite **64a** des zweiten Separators **36**. Ähnlich durchsetzen Kühlmittel-Auslässe **70e** bis **70h**, die in Richtung des Pfeils **C** länglich sind, obere Abschnitte an der langen Seite **64a**.

Wie in **Fig. 5** gezeigt, sind zehn erste Brenngaskanalnuten **72**, die mit dem Brenngaseinlass **68a** in Verbindung stehen, an der Oberfläche **36a** des zweiten Separators **36** ausgebildet. Die ersten Brenngaskanalnuten **72** sind in Schwerkraftrichtung vorgesehen, während sie an der kurzen Seite **64b** Kurven bilden und in der horizontalen Richtung mäandrieren. Die ersten Brenngaskanalnuten **72** münden in fünf zweite Brenngaskanalnuten **73**. Die zweiten Brenngaskanalnuten **73** stehen mit dem Brenngasauslass **68b** in Verbindung.

Wie in **Fig. 6** gezeigt, sind Kühlmittelkanäle **74a** bis **74d**, die einzeln mit den Kühlmittel-Einlässen (Kühlmittelzu-

fuhrröffnungen) **70a** bis **70d** und den Kühlmittel-Auslässen (Kühlmittel-Auslassöffnungen) **70e** bis **70h** verbunden sind, in Schwerkraftrichtung an der Oberfläche **36b** vorgesehen, die der Oberfläche **36a** des zweiten Separators **36** gegenüberliegt. Jeder der Kühlmittelkanäle **74a** bis **74d** ist mit neun ersten Kanalnuten **76a**, **76b** versehen, die mit dem Kühlmittel-Einlass **70a** bis **70d** und dem Kühlmittel-Auslass **70e** bis **70h** in Verbindung stehen. Zwei zweite Kanalnuten **78**, die in Schwerkraftrichtung zueinander parallel sind und die durch vorbestimmte Abstände voneinander getrennt sind, sind zwischen jeder der ersten Kanalnuten **76a**, **76b** vorgesehen.

In dem zweiten Separator **36** sind an sechs Abschnitten, genauso wie beim ersten Separator **34**, Löcher **63** zum Einsetzen von Verbindungsstangen vorgesehen. Die Löcher **63** durchsetzen die ersten und zweiten Separatoren **34**, **36** entsprechend den Abständen zwischen den Kühlmittel-Einlässen **60a** bis **60d**, **70a** bis **70d** und zwischen den Kühlmittel-Auslässen **60e** bis **60h**, **70e** bis **70h**.

Wie in **Fig. 7** gezeigt, sind eine Abschlussplatte **80** und eine erste Leiterplatte **82**, die als Abschlussplatten dienen, an beiden Enden in Stapelrichtung der Brennstoffzelleneinheiten **32** angeordnet, die als vorbestimmte Anzahl von Einzelementen gestapelt sind. Eine erste Endplatte **16** ist auf die Abschlussplatte **80** mit einer dazwischen eingreifenden Isolierplatte **84** gestapelt. Ein erster Stromenergie-Ableitanschluss **20** ist an der Abschlussplatte **80** installiert.

Wie in **Fig. 8** gezeigt, umfasst der erste Stromenergie-Ableitanschluss **20** Schraubabschnitte **88a**, **88b** mit kleinem Durchmesser, die an beiden Enden eines säulenförmigen Abschnitts mit großem Durchmesser **86** vorgesehen sind. Der Schraubabschnitt **88a** durchsetzt ein Loch **90** in der Abschlussplatte **80** und steht in die Innenseite des Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlasses **56a** des ersten Separators **34** vor. Auf den Schraubabschnitt **88a** ist ein Mutterelement **92** geschraubt. Ein Dichtungselement **94**, um die Dichtleistung in Bezug auf die Abschlussplatte **80** zu verbessern, ist an einer Schulter des Abschnitts **86** großen Durchmessers installiert. Ein Isoliererring **98** ist zwischen dem Außenumfang des Abschnitts **86** großen Durchmessers und dem die erste Endplatte **16** durchsetzenden Loch **96** installiert.

Wie in **Fig. 9** gezeigt, hat die erste Leiterplatte **82** im Wesentlichen die gleiche Form wie der zweiten Separator **36**, d. h. eine rechteckige Konfiguration. Ein Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass **100a**, ein Brenngaseinlass **102a**, ein Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass **100b** und ein Brenngasauslass **102b** sind an zueinander diagonalen Positionen an beiden Endrandabschnitten an der kurzen Seite vorgesehen. Vier Kühlmittel-Einlässe **104a** bis **104d** und vier Kühlmittel-Auslässe **104e** bis **104h** sind an unteren und oberen Abschnitten an der langen Seite der ersten Leiterplatte **82** vorgesehen. An sechs Stellen entsprechend den Abständen dazwischen sind Löcher **63** vorgesehen, um Verbindungsstangen einzusetzen.

Ein erster Verbindungsplattenabschnitt **106**, der unter dem ersten Brennstoffzellenstapel **12** angeordnet ist und der sich benachbart dem zweiten Brennstoffzellenstapel **14** erstreckt, ist für die erste Leiterplatte **82** vorgesehen. Zwei Bolzenabschnitte **108a**, **108b**, die nach unten vorstehen, sind für den ersten Verbindungsplattenabschnitt **106** vorgesehen. Jeder der Bolzenabschnitte **108a**, **108b** und die erste Leiterplatte **82** sind aus einem leitfähigen Material zusammengesetzt, beispielsweise rostfreiem Stahl oder Kupfer. Wie in **Fig. 7** gezeigt, ist eine zweite Endplatte **24** auf die erste Leiterplatte **82** gestapelt, unter Zwischenordnung einer Isolierplatte **110**, einer Deckplatte **112** und eines Dichtelements **114**.

Wie in den **Fig. 10** und **11** gezeigt, hat die zweite End-

platte **24** eine rechteckige Konfiguration. Ein Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass **120a** und ein Brenngaseinlass **122a** durchsetzen obere Abschnitte beider Endränder an der kurzen Seite. Ein Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass **120b** und ein Brenngasauslass **122b** sind an unteren Abschnitten beider Endränder an der kurzen Seite vorgesehen, so dass sie an diagonalen Positionen in Bezug auf den Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass **120a** und den Brenngaseinlass **122** angeordnet sind.

Erste Kühlmittelkanalnuten **124a** bis **124d**, die mit den Kühlmittel-Einlässen **70a** bis **70d** des zweiten Separators **36** in Verbindung stehen, sowie zweite Kühlmittelkanalnuten **124e** bis **124h**, die mit den Kühlmittel-Auslässen **70e** bis **70h** des zweiten Separators **36** in Verbindung stehen, sind an der Innenfläche **24a** der ersten Endplatte **24** so vorgesehen, dass sie in der horizontalen Richtung länglich sind, und jede von ihnen eine vorbestimmte Tiefe hat. Jede der ersten Kühlmittelkanalnuten **124a** bis **124d** steht mit Enden von zwölf ersten Nuten **126a** in Verbindung. Die ersten Nuten **126a** erstrecken sich parallel zueinander nach oben. Danach münden zwei der ersten Nuten **126a** in jede der zweiten Nuten **126b**. Zwei der zweiten Nuten **126b** münden in jede der dritten Nuten **126c**, die mit einer Kühlmittel-Einlaßöffnung **128** in Verbindung stehen.

Ähnlich steht jede der zweiten Kühlmittelkanalnuten **124e** bis **124h** mit zwölf ersten Nuten **130a** in Verbindung. Die ersten Nuten **130a** erstrecken sich vertikal nach unten, und zwei von ihnen münden in jede von zweiten Nuten **130b**. Zwei der zweiten Nuten **130b** münden in jede von dritten Nuten **130c**, die mit einer einzelnen Kühlmittel-Abfuhröffnung **132** in Verbindung stehen. Wie in **Fig. 10** gezeigt, sind eine Zufuhrschlauchleitung **134** und eine Abfuhrschlauchleitung **136** mit der Kühlmittel-Einlaßöffnung **128** bzw. der Kühlmittel-Abfuhröffnung **132** verbunden. Die Zufuhrschlauchleitung **134** und die Abfuhrschlauchleitung **136** stehen jeweils um eine vorbestimmte Länge von dem ersten Brennstoffzellenstapel **12** nach außen vor. An sechs Stellen der zweiten Endplatten **24** sind Löcher **63** ausgebildet, um Verbindungsstangen einzusetzen (siehe **Fig. 11**).

In dem ersten Brennstoffzellenstapel **12** vorgesehen sind eine Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung **138a**, die eine Verbindung für den Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass **120a** der zweiten Endplatte **24**, den Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass **56a** und den Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass **56b** des ersten Separators **34**, sowie den Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass **120b** der zweiten Endplatte **24** herstellt und die eine U-förmige Konfiguration hat; eine Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung **138b**, die eine Verbindung für den Brenngaseinlass **122a** der zweiten Endplatte **24**, den Brenngaseinlass **68a** und den Brenngasauslass **68b** des zweiten Separators **36** sowie den Brenngasauslass **122b** der zweiten Endplatte **24** herstellt und die eine U-förmige Konfiguration hat; sowie eine Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitung **138c**, die eine Verbindung für die Zufuhrschlauchleitung **134** der zweiten Endplatte **24**, die Kühlmittel-Einlässe **70a** bis **70b** und die Kühlmittel-Auslässe **70e** bis **70h** des zweiten Separators **36** sowie die Abfuhrschlauchleitung **136** der zweiten Endplatte **24** herstellt und die eine U-förmige Konfiguration hat. Die Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung **138a** und die Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung **138b** sind an oberen und unteren Abschnitten an beiden Enden in Querrichtung (Längsseitenrichtung) in dem ersten Brennstoffzellenstapel **12** vorgesehen.

Wie in den **Fig. 10** und **13** gezeigt, sind die Kühlmittel-Einlassöffnung **128** und die Kühlmittel-Abfuhröffnung **132** an im Wesentlichen zentralen Abschnitten in der Oberfläche der zweiten Endplatte **24** angeordnet, d. h. an inneren Positionen in den oberen und unteren Richtungen und in den lin-

ken und rechten Richtungen in Bezug auf den Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass **120a**, den Brenngaseinlass **122a**, den Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass **120b** und den Brenngasauslass **122b**.

Wie in **Fig. 7** gezeigt, ist der erste Brennstoffzellenstapel **12** in der Stapelrichtung (in Richtung von Pfeil A) mittels eines Festziehmechanismus **140** integral festgezogen und fixiert. Der Festziehmechanismus **140** umfasst eine Flüssigkeitskammer **142**, die an der Außenseite der ersten Endplatte **16** vorgesehen ist, eine nicht komprimierbare Flüssigkeit zum Ausüben des Oberflächendrucks, beispielsweise Silikonöl **144**, das in der Flüssigkeitskammer **142** eingeschlossen ist, sowie zwei Tellerfedern **146a** bis **146c**, die an der Außenseite der zweiten Endplatte **24** vorgesehen sind und die mit vorbestimmten Abständen in horizontaler Richtung voneinander angeordnet sind, um die zweite Endplatte **24** zur ersten Endplatte **16** hinzudrücken.

Eine Gegenplatte **148** ist gegenüber der ersten Endplatte **16** mit der dazwischen angeordneten Flüssigkeitskammer **142** angeordnet. Die Flüssigkeitskammer **142** ist zwischen der Gegenplatte **148** und einer dünnen Platte **150** aus Aluminium oder rostfreiem Stahl ausgebildet. Die Tellerfedern **146a** bis **146c** sind mit im Wesentlichen gleichen Abständen an der Oberfläche der zweiten Endplatte **24** angeordnet, und sie werden von einer Halteplatte **152** gestützt. Von der Halteplatte **152** bis zur Gegenplatte **148** sind sechs Verbindungsstangen **154** eingesetzt, so dass sie den ersten Brennstoffzellenstapel **12** durchdringen. Auf die Enden der Verbindungsstangen **154** sind Muttern **156** aufgeschraubt. Demzufolge wird der erste Brennstoffzellenstapel **12** als integriertes Bauteil zusammengehalten.

Wie in den **Fig. 2** und **12** gezeigt, umfasst der Befestigungsmechanismus **30** Trägerabschnitte **160a**, **160b**, die integral an der Unterseite der ersten Endplatte **16** vorgesehen sind, und Lagerträger **162a**, **162b**, die an der Unterseite der zweiten Endplatte **24** durch Schrauben befestigt sind. Langlöcher **164a**, **164b**, die in der Stapelrichtung (in Richtung von Pfeil A) des ersten Brennstoffzellenstapels **12** länglich sind, sind jeweils in den Trägerabschnitten **160a**, **160b** ausgebildet. Andererseits sind in den Lagerträgern **162a**, **162b** jeweils Löcher **166a**, **166b** ausgebildet.

Den Langlöchern **164a**, **164b** bzw. den Löchern **166a**, **166b** sind jeweilige Gummilager **168** zugeordnet. Das Gummilager **168** ist mit oberen und unteren Schraubabschnitten **170a**, **170b** versehen. Ein Kragen **172** ist für den Schraubabschnitt **170a** vorgesehen, der an dem oberen Abschnitt vorsteht. Der Kragen **172** ist von dort aus in das Langloch **164a**, **164b** eingesetzt, und auf den Schraubabschnitt **170a** ist eine Mutter **174** geschraubt. An der Seite des Lagerträgers **162a**, **162b** ist der Schraubabschnitt **170a** des Gummilagers **168** in das Loch **166a**, **166b** eingesetzt, und eine Mutter **174** ist auf das Vorderende davon aufgeschraubt. Die Schraubabschnitte **170b**, die an der Unterseite der Gummilager **168** vorstehen, sind in die Befestigungsplatte **31** eingesetzt und daran mit Muttern **176** verschraubt. Hierdurch wird der erste Brennstoffzellenstapel **12** an dem Fahrzeug oder dergleichen befestigt.

Wie in **Fig. 13** gezeigt, ist der zweite Brennstoffzellenstapel **14** symmetrisch in Bezug auf den oben beschriebenen ersten Brennstoffzellenstapel **12** aufgebaut. Die Kathodenelektrode **40** und die Anodenelektrode **42** sind an entgegengesetzten Seiten der Ionenaustauschermembran **38** angeordnet. Der zweite Stromenergie-Ableitanschluss **22**, der als negative Elektrodenlektrode dient, ist an der Seite der ersten Endplatte **18** vorgesehen (siehe **Fig. 14**). Der zweite Brennstoffzellenstapel **14** ist im Prinzip genauso aufgebaut wie der erste Brennstoffzellenstapel **12**. Gleiche Bauteile sind mit den gleichen Bezugszahlen versehen, und eine de-

taillierte Erläuterung davon ist weggelassen.

Wie in Fig. 15 gezeigt, ist der zweite Brennstoffzellenstapel 14 mit einer zweiten Leiterplatte 180 versehen. Die zweite Leiterplatte 180 ist mit einem zweiten Verbindungsplattenabschnitt 182 versehen, der sich unter dem zweiten Brennstoffzellenstapel 14 erstreckt und der benachbart dem ersten Verbindungsplattenabschnitt 106 der ersten Leiterplatte 82 des ersten Brennstoffzellenstapels 12 angeordnet ist. Für jeden der ersten und zweiten Verbindungsplattenabschnitte 106 und 182 ist ein Paar von Bolzenabschnitten 108a, 108b, 184a, 184b vorgesehen.

Mit den Bolzenabschnitten 108a, 184a bzw. Bolzenabschnitten 108b, 184b sind flexible Anschlüsse verbunden, z. B. Litzendrähte 186a, 186b. Der Litzendraht 186a, 186b bildet durch Verdrehen einer großen Anzahl dünner Leitungsdrähte eine netzförmige Konfiguration. Die Litzendrähte 186b, 186b sind jeweils mit Gummihüllen 188a, 188b abgedeckt.

Wie in Fig. 13 gezeigt, sind der Brenngaseinlass 122a und der Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass 120b an einander benachbarten Positionen an den zweiten Endplatten 24, 26 angeordnet, um die ersten bzw. zweiten Brennstoffzellenstapel 12, 14 zu bilden. Die Rohr/Schlauchanordnung 28 ist in die zweiten Endplatten 24, 26 eingebaut.

Wie in den Fig. 1 und 16 gezeigt, ist die Rohr/Schlauchanordnung 28 mit einem ersten Träger 190 versehen, der die jeweiligen Brenngaseinlässe 122a der zweiten Endplatten 24, 26 abdeckt, um die parallel zueinander angeordneten ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel 12, 14 aufzubauen, und der integral an den zweiten Endplatten 24, 26 befestigt ist. Der erste Träger 190 ist mit Brenngaszufuhrrohren 192a, 192b versehen, die mit den jeweiligen Brenngaseinlässen 122a in Verbindung stehen. Die Brenngaszufuhrrohre 192a, 192b vereinigen sich zu einer Verbindung mit einer Brenngas-Zufuhröffnung 194.

Ein zweiter Träger 196 ist an den zweiten Endplatten 24, 26 befestigt, wobei er die jeweiligen Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslässe 120b abdeckt. Vorderenden von Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhrrohren 198a, 198b, die mit den Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslässen 120b in dem zweiten Träger 196 in Verbindung stehen, stehen jeweils integriert mit einer Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhröffnung 200 in Verbindung.

Dritte und vierte Träger 202, 204 sind mit den zweiten Endplatten 24, 26 verbunden, während sie die jeweiligen Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlässe 120a und die Brenngasauslässe 122b abdecken. Beide Enden des eines Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhrrohrs 206, die mit den Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlässen 120a in Verbindung stehen, stehen mit den dritten und vierten Trägern 202, 204 in Verbindung. Eine Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhröffnung 208 ist an einem mittleren Abschnitt des Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhrrohrs 206 vorgesehen. Beide Enden eines Brenngasabfuhrrohrs 210, die mit den Brenngasauslässen 122b in Verbindung stehen, stehen mit den dritten und vierten Trägern 202, 204 in Verbindung. Eine Brenngas-Abfuhröffnung 212 ist an einem mittleren Abschnitt des Brenngasabfuhrrohrs 210 vorgesehen.

Beide Enden eines Kühlmittel-Zufuhrrohrs 214 sind mit den jeweiligen Zufuhrrohrleitungen 134 der zweiten Endplatten 24, 26 verbunden. Das Kühlmittel-Zufuhrrohr 214 ist mit einer Kühlmittel-Zufuhröffnung 216 versehen. Ein Kühlmittel-Abfuhrrohr 218 ist mit den jeweiligen Abfuhrrohrleitungen 136 der zweiten Endplatten 24, 26 verbunden. Das Kühlmittel-Abfuhrrohr 218 ist mit einer Kühlmittel-Abfuhröffnung 220 versehen.

Nachfolgend wird der Betrieb des so aufgebauten Brennstoffzellensystems 10 beschrieben.

Wie in Fig. 1 gezeigt, wird das Brenngas (zum Beispiel

ein durch Reformieren von Kohlenwasserstoff erhaltenes wasserstoffhaltiges Gas) von der Brenngas-Zufuhröffnung 194 zur Bildung der Brenngas-Zufuhr/Abfuhrpassage 138b zu dem Brennstoffzellensystem 10 geleitet. Die Luft oder das Gas mit Sauerstoff (nachfolgend einfach als "Luft" bezeichnet) als das sauerstoffhaltige Gas wird der Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhröffnung 208 zugeführt, um die Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138a zu bilden. Das Kühlmittel wird zur Kühlmittel-Zufuhröffnung 216 geleitet, um die Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitung 138c zu bilden.

Das Brenngas, welches der Brenngas-Zufuhröffnung 194 zugeführt wird, strömt durch die Brenngaszufuhrrohre 192a, 192b und wird den jeweiligen Brenngaseinlässen 122a der zweiten Endplatten 24, 26 zur Bildung der ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel 12, 14 zugeführt. Das Brenngas wird von den jeweiligen Brenngaseinlässen 68a der zweiten Separatoren 36 in die ersten Brenngaskanalnuten 72 eingeführt. Wie in Fig. 5 gezeigt, bewegt sich das Brenngas, welches den ersten Brenngaskanalnuten 72 zugeführt wird, in Schwerkraftrichtung, während es in horizontaler Richtung entlang der Oberfläche 36a des zweiten Separators 36 mäandriert.

Bei diesem Prozess tritt das Wasserstoffgas in dem Brenngas durch die zweite Gasdiffusionsschicht 46 und wird der Anodenelektrode 42 der Brennstoffzelleneinheit 42 zugeführt. Nichtgenutztes Brenngas wird der Anodenelektrode 42 zugeführt, während es sich entlang den ersten Gaskanalnuten 72 bewegt. Das nichtgenutzte Brenngas wird von dem Brenngasauslass 68b über die zweiten Brenngaskanalnuten 73 abgegeben. Das nichtgenutzte Brenngas tritt durch die jeweiligen Brenngasauslässe 122b der zweiten Endplatten 24, 26 und wird in das Brenngasabfuhrrohr 210 eingeleitet. Das Brenngas wird aus dem Brennstoffzellensystem 10 durch eine Brenngas-Abfuhröffnung 212 abgegeben.

Andererseits wird die Luft, die der Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhröffnung 208 zugeführt wird, über das Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhrrohr 206 zu den jeweiligen Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlässen 120a geführt, die für die zweiten Endplatten 24, 26 vorgesehen sind. Die Luft wird weiter den Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlässen 56a der ersten Separatoren 34 zugeführt, die in den ersten und zweiten Brennstoffzellenstapeln 12, 14 enthalten sind (siehe Fig. 3). In dem ersten Separator 34 wird die Luft, die dem Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass 56a zugeführt wird, in die erste Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten 62 in der Oberfläche 34a eingeführt. Die Luft bewegt sich dann in Schwerkraftrichtung, während sie in horizontaler Richtung entlang den ersten Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten 62 mäandriert.

Hierbei wird das Sauerstoffgas in der Luft von der ersten Gasdiffusionsschicht 44 zu der Kathodenelektrode 40 geleitet. Andererseits wird die nichtgenutzte Luft von dem Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass 56b über die zweiten Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten 65 abgegeben. Die Luft, die zu den Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslässen 56b abgegeben wurde, strömt durch die Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslässe 120b, die für die zweiten Endplatten 24, 26 vorgesehen sind, und wird über die Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhrrohre 198a, 198b von der Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhröffnung 200 abgegeben (s. Fig. 1).

Daher wird in den ersten und zweiten Brennstoffzellenstapeln 12, 14 elektrische Energie erzeugt. Die elektrische Energie wird einer Last zugeführt, beispielsweise einem nichtdargestellten Motor, der zwischen den ersten und zweiten Stromenergie-Ableitanschlüssen 20, 22 anzuschließen ist, die voneinander verschiedene Charakteristiken haben.

Die Innenseite der ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel 12, 14 wird durch das Kühlmittel wirkungsvoll ge-

kühlt. Das heißt, das Kühlmittel, welches der Kühlmittel-Zufuhröffnung 216 zugeführt wird, wird von dem Kühlmittel-Zufuhrrohr 214 in die Zufuhrrohrleitungen 134 eingeführt, die für die zweiten Endplatten 24, 26 vorgesehen sind. Wie in Fig. 11 gezeigt, wird das Kühlmittel in die Kühlmittel-Einlaßöffnung 128 der zweiten Endplatten 24, 26 eingeführt. Das Kühlmittel wird von den mehreren zweiten Nuten 126b durch die ersten Nuten 126a zu den ersten Kühlmittelkanalnuten 124a bis 124d geleitet.

Das Kühlmittel, welches in die ersten Kühlmittelkanalnuten 124a bis 124d eingeführt wird, wird in die Kühlmittel-Einlässe 70a bis 70d eingeführt, die an der Unterseite des zweiten Separators 36 ausgebildet sind. Wie in Fig. 6 gezeigt, bewegt sich das Kühlmittel von der Unterseite zur Oberseite durch die Kühlmittelkanäle 74a bis 74d, die mit den Kühlmittel-Einlässen 70a bis 70d in Verbindung stehen. Das Kühlmittel, welches durch die Kühlmittelkanäle 74a bis 74d zum Kühlen der jeweiligen Brennstoffzelleneinheiten 32 hindurchgetreten ist, tritt durch die Kühlmittel-Auslässe 70e bis 70h und wird in die zweiten Kühlmittelkanalnuten 124e bis 124h der zweiten Endplatten 24, 26 eingeführt (siehe Fig. 11).

Das Kühlmedium, welches in die zweiten Kühlmittelkanalnuten 124e bis 124h eingeführt wird, wird von den ersten Nuten 130a über die zweiten Nuten 130b zu dem Kühlmittel-Auslass 132 geleitet. Das Kühlmittel tritt durch die Abfuhrrohrleitung 136 und wird von dort über das Kühlmittel-Abfuhrrohr 218 aus der Kühlmittel-Abfuhröffnung 220 abgegeben.

In der ersten Ausführung, wie in Fig. 10 gezeigt, sind zum Beispiel der Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass 56a, der Brenngaseinlass 68a, der Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass 56b und der Brenngasauslass 68b an den oberen und unteren Abschnitten an beiden Enden in Querrichtung (in Richtung des Pfeils C) des ersten Brennstoffzellenstapels 12 vorgesehen. Ferner sind z. B. die Kühlmittel-Einlässe 70a bis 70d und die Kühlmittel-Auslässe 70e bis 70h an den unteren Abschnitten und den oberen Abschnitten an der langen Seite vorgesehen. Daher kann bei dem ersten Brennstoffzellenstapel 12 die horizontale Länge länger sein als die vertikale Länge. Daher ist es möglich, einen ersten Brennstoffzellenstapel 12 mit einer kleinen Abmessung in der Höhenrichtung zu bauen.

Insbesondere sind in der ersten Ausführung die Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138a und die Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138b an den oberen und unteren Abschnitten beider Enden in Querrichtung (in Längsseitenrichtung) in dem ersten Brennstoffzellenstapel 12 vorgesehen und angeordnet. Die Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitung 138c ist nicht an beiden Enden in Querrichtung in dem ersten Brennstoffzellenstapel 12 vorgesehen. Daher erhält man folgenden Effekt, dass man nämlich den ersten Brennstoffzellenstapel 12 so gestalten kann, dass er eine kleinere Abmessung in der Höhenrichtung hat. Das Brennstoffzellensystem 10 kann leichter in einem kleinen Raum untergebracht werden, beispielsweise unter dem Boden einer Fahrzeugkarosserie.

Ferner ist jeweils der Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass 56a, der Brenngaseinlass 68a, der Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass 56b und der Brenngasauslass 68b so ausgestaltet, dass sie eine rechteckige Konfiguration haben, die in der Vertikalrichtung länglich ist. Daher werden die Strömungsraten des sauerstoffhaltigen Gases und des Brenngases im Vergleich zu einer kreisförmigen Konfiguration wirkungsvoll erhöht. Es ist möglich, das sauerstoffhaltige Gas und das Brenngas zuverlässig und verteilt der Kathodenelektrode 40 und der Anodenelektrode 42 jeder der Brennstoffzelleneinheiten 32 zuzuführen.

In der ersten Ausführung, wie in Fig. 6 gezeigt, bewegt sich das Kühlmittel von der Unterseite zur Oberseite entlang den Kühlmittelkanälen 74a bis 74d, die mit den Kühlmittel-Einlässen 70a bis 70d an der Unterseite des zweiten Separators 36 in Verbindung stehen. Danach wird das Kühlmittel zu den Kühlmittel-Auslässen 70e bis 70h abgegeben. Daher erhält man folgenden Vorteil. Das heißt, die Luft, die in dem Kühlmittel eingemischt vorhanden ist, bewegt sich gleichmäßig und zuverlässig von der Unterseite zur Oberseite entlang den Kühlmittelkanälen 74a bis 74d. Daher wird der Lüftungsprozess besonders wirkungsvoll.

Die Kühlmittelkanäle 74a bis 74d sind in der kurzen Seitenrichtung (in Schwerkraftrichtung) des zweiten Separators 36 vorgesehen. Daher erhält man folgenden Effekt. Das heißt, der Fließweg des Kühlmittels in der Oberfläche 36a des zweiten Separators 36 wird verkürzt, und der Druckverlust sinkt. Es ist möglich, das Auftreten einer Temperatur(ungleich)-Verteilung in der energieerzeugenden Oberfläche zu senken. Der Kühleffekt durch das Kühlmittel wird wesentlich verbessert.

In der ersten Ausführung, wie in den Fig. 11 und 13 gezeigt, sind die Kühlmittel-Einlaßöffnung 128 und die Kühlmittel-Abfuhröffnung 132 an angenähert zentralen Abschnitten der Oberfläche 24a der zweiten Endplatte 24 vorgesehen und angeordnet. Das Kühlmittel, welches in die Kühlmittel-Einlaßöffnung 128 eingeführt wird, wird verteilt den Kühlmittel-Einlässen 70a bis 70d zugeführt. Andererseits wird das Kühlmittel, welches durch die Kühlmittel-Auslässe 70e bis 70h abgegeben wird, gemeinsam zu der Kühlmittel-Abfuhröffnung 132 geleitet. Daher kann die Rohrstruktur für das Kühlmittel wesentlich vereinfacht werden. Die Abmessung in der Höhenrichtung des ersten Brennstoffzellenstapels 12 kann leichter verkürzt werden. Daher kann das Brennstoffzellensystem 10 besonders dünnwandig ausgeführt werden. Beispielsweise ist es möglich, das Brennstoffzellensystem 10 problemlos unter dem Boden einer Fahrzeugkarosserie unterzubringen.

In der ersten Ausführung sind die Löcher 63 zwischen den Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitungen 138c in dem ersten Brennstoffzellenstapel 12 ausgebildet und angeordnet. Die Verbindungsstangen 154 sind in die Löcher 63 eingesetzt, um den ersten Brennstoffzellenstapel 12 integral zusammenzuhalten. Daher ist es möglich, restliche Abschnitte der ersten und zweiten Separatoren 34, 36 wirkungsvoll zu nutzen. Ferner kann der gesamte erste Brennstoffzellenstapel 12 so ausgestaltet werden, dass er in der Höhenrichtung eine kleine Abmessung hat.

In der ersten Ausführung, wie in Fig. 13 gezeigt, sind die Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138a, die Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138b sowie die Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitung 138c in dem ersten Brennstoffzellenstapel 12 vorgesehen. Die Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138a, die Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138b sowie die Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitung 138c sind in dem zweiten Brennstoffzellenstapel 14 symmetrisch zum oben beschriebenen ersten Brennstoffzellenstapel 12 vorgesehen. Ferner sind der Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass 120a, der Brenngaseinlass 122a, der Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass 120b und der Brenngasauslass 122b symmetrisch zueinander angeordnet, während sie an den oberen und unteren Abschnitten beider Enden in Querrichtung (Richtung von Pfeil C) für die zweiten Endplatten 24, 26 angeordnet sind, die als die identische vertikale Fläche der ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel 12, 14 dienen.

Wie in den Fig. 1 und 16 gezeigt, erhält man daher folgenden Effekt. Das heißt, die Brenngaszufuhrrohre 192a, 192b, welche die Verbindung zwischen den jeweiligen Brenngaseinlässen 122a der zweiten Endplatten 24, 26 her-

stellen, und die Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhrrohre **198a**, **198b**, welche die Verbindung zwischen den jeweiligen Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslässen **120b** herstellen, können so kurz wie möglich ausgeführt werden. Daher ist es möglich, die gesamte Rohr/Schlauchanordnung **28** wirkungsvoll zu vereinfachen. Ferner sind die Zufuhrrohrleitungen **134** und die Abfuhrrohrleitungen **136** für die zweiten Endplatten **24**, **26** vorgesehen. Man erhält folgenden Vorteil. Das heißt, das Anbringen der Rohre für das sauerstoffhaltige Gas, das Brenngas und das Kühlmedium erfolgt in konzentrierter Weise an einer Fläche. Der Verlegeprozess der Rohre wird wirkungsvoll verbessert.

In der ersten Ausführung sind der Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass **120a**, der Brenngaseinlass **122a**, der Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass **120b** und der Brenngasauslass **122b** an den oberen und unteren Abschnitten an beiden Enden in Querrichtung in der Oberfläche jeder der zweiten Endplatten **24**, **26** vorgesehen. Die Kühlmittel-Zufuhröffnung **128** und die Kühlmittel-Abfuhröffnung **132** sind an den Stellen vorgesehen, die in Richtung nach oben und unten und in Richtung nach rechts und links einwärts angeordnet sind (s. Fig. 13). Daher ist es möglich, die Abmessung in der Höhenrichtung (Richtung von Pfeil B) der zweiten Endplatte **24**, **26** so weit wie möglich zu verkürzen. Das Brennstoffzellensystem **10** kann so ausgestaltet werden, dass es eine geringe Höhe hat.

In dieser Anordnung sind die ersten und zweiten Stromenergie-Ableitanschlüsse **20**, **22** an der vertikalen Oberfläche an der Seite der ersten Endplatten **16**, **18** der ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel **12**, **14** vorgesehen. Es ist kein Vorsprung, wie etwa ein Verbindungsanschluss, an der Oberseite des Brennstoffzellensystems **10** vorhanden. Daher kann das Brennstoffzellensystem **10** so dünnwandig wie möglich ausgeführt werden. Der obere Abschnitt des Brennstoffzellensystems **10** ist flach ausgeführt, und es ist möglich, den Platz an der Oberseite wirkungsvoll zu nutzen. Es ist möglich, das Brennstoffzellensystem **10** insbesondere zum Einbau in ein Fahrzeug effektiv zu nutzen.

In der ersten Ausführung erfolgt das Anbringen der Rohre für die Rohr/Schlauchanordnung **28** an der Seite der zweiten Endplatten **24**, **26** nach dem Zusammenbau der ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel **12**, **14**. Daher erhält man folgenden Effekt. Das heißt, der Zusammenbau wird insgesamt für das gesamte Brennstoffzellensystem **10** verbessert. Es ist möglich, das Brennstoffzellensystem **10** in kurzer Zeitdauer effizient zusammenzubauen.

In der ersten Ausführung sind die ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel **12**, **14** in Stapelrichtung parallel angeordnet, um das Brennstoffzellensystem **10** zu bilden. Jedoch erhält man einen äquivalenten Effekt, wenn man nur den ersten Brennstoffzellenstapel **12** benutzt.

Fig. 17 zeigt Strömungskanäle, die die Fluidströmungen in einem Brennstoffzellenstapel **240** nach einer zweiten Ausführung darstellen, und Fig. 18 zeigt eine Explosions-Perspektivansicht von Hauptkomponenten des Brennstoffzellenstapels **240**. Gleiche Bauteile wie in dem ersten Brennstoffzellenstapel **12** nach der ersten Ausführung sind mit den gleichen Bezugswerten versehen, und eine detaillierte Beschreibung wird weggelassen.

Jeder der ersten und zweiten Separatoren **242**, **244** für den Aufbau des Brennstoffzellenstapels **240** hat eine rechteckige Konfiguration. Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlässe **56a**, **66a** und Brenngaseinlässe **58a**, **68a** sind an unteren Abschnitten an beiden Endrändern an kurzen Seiten **55b**, **64b** der ersten und zweiten Separatoren **242**, **244** vorgesehen. Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslässe **56b**, **66b** und Brenngasauslässe **58b**, **68b** sind an oberen Abschnitten beider Endränder an den kurzen Seiten **55b**, **64b** der ersten und zweiten Separatoren **242**, **244** vorgesehen.

Zehn erste Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten **62**, die voneinander unabhängig sind und die mit dem Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass **56a** in Verbindung stehen, sind entgegen der Schwerkraftrichtung an einer Innenfläche **242a** des ersten Separators **242** vorgesehen, während sie an der kurzen Seite **55b** Kurven bilden und in der horizontalen Richtung mäandrieren. Die ersten Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten **62** münden in fünf Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten **65**. Die zweiten Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten **65** stehen mit dem Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass **56b** in Verbindung.

Wie in Fig. 19 gezeigt, sind erste Brenngaskanalnuten **72**, die mit dem Brenngaseinlass **68a** in Verbindung stehen, an einer Oberfläche **244a** des zweiten Separators **244** ausgebildet. Die ersten Brenngaskanalnuten **72** sind entgegen der Schwerkraftrichtung vorgesehen, während sie an der kurzen Seite **64b** Kurven bilden und in der horizontalen Richtung mäandrieren. Die ersten Brenngaskanalnuten **72** münden in fünf zweite Brenngaskanalnuten **73**, und dann stehen die zweiten Brenngaskanalnuten **73** mit dem Brenngasauslass **68b** in Verbindung.

Wie in Fig. 17 gezeigt, sind eine Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung **138a**, eine Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung **138b** und eine Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitung **138c** in dem Brennstoffzellenstapel **240** vorgesehen. Die zufuhrseitigen Abschnitte sind an den unteren Abschnitten an beiden Enden in Querrichtung vorgesehen, während die auslassseitigen Abschnitte an den oberen Abschnitten an beiden Enden in Querrichtung des Brennstoffzellenstapels **240** für die Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung **138a** und die Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung **138b** vorgesehen sind, genauso wie die Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitung **138c**.

In der wie oben aufgebauten zweiten Ausführung werden die Luft und das Brenngas der Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung **138a** und der Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung **138b** von den unteren Abschnitten an beiden Enden in Querrichtung im Brennstoffzellenstapel **240** zugeführt. Die Luft wird in die ersten Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten **62** in der Oberfläche **242a** des ersten Separators **242** eingeführt und bewegt sich dann entgegen der Schwerkraftrichtung, während sie in horizontaler Richtung mäandriert. Die nichtgenutzte Luft wird durch die zweiten Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanalnuten **65** zum Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass **56b** abgegeben. Die Luft wird vom oberen Abschnitt beider Enden in Querrichtung des Brennstoffzellenstapels **240** abgegeben.

Andererseits wird das Brenngas in die ersten Brenngaskanalnuten **72** in der Oberfläche **244a** des zweiten Separators **244** eingeführt und bewegt sich entgegen der Schwerkraftrichtung, während sie in horizontaler Richtung mäandriert. Das nichtgenutzte Brenngas wird im oberen Abschnitt an beiden Enden in Querrichtung des Brennstoffzellenstapels **240** abgegeben.

Wie oben beschrieben, sind in der zweiten Ausführung die zufuhrseitigen Abschnitte an den unteren Abschnitten des Brennstoffzellenstapels **240** für die Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung **138a** und die Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung **138b** vorgesehen, und zwar in der gleichen Weise wie die zufuhrseitigen Abschnitte der Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitung **138c**. Daher können die Temperaturen des Brenngases und der zuzuführenden Luft entsprechend der Temperatur des Kühlmittels an der Einlassseite gering festgelegt werden. Daher ist es möglich, den Befeuchtungsbetrag für das Brenngas und die Luft zu senken. Daher ist es einfach, die Befeuchtungsvorrichtung (nicht gezeigt) zum Befeuchten des Brenngases und der Luft zu miniaturisieren. Man erhält hierdurch den Effekt, die gesamte Ausrüstung vereinfachen und die Kosten reduzieren zu können.

Die auslassseitigen Abschnitte der Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138a und der Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138b sind an den oberen Abschnitten an beiden Enden in Querrichtung des Brennstoffzellenstapels 240 vorgesehen. Wenn daher die Rohranordnung (nicht gezeigt), die mit dem Auslass jeweils der Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138a und der Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138b verbunden ist, an einer tieferen Position als der Auslass angeordnet ist, um einen etwaigen Gegenfluss von erzeugtem Wasser zu vermeiden, ist es möglich, den Platz in der Höhenrichtung effektiv zu nutzen. Daher erhält man folgenden Vorteil. Das heißt, auch wenn die Anordnungsfläche für den Brennstoffzellenstapel 240 die Bodenfläche ist, insbesondere im Falle der Verwendung an einem Fahrzeug, kann die Rohranordnung an der Auslassseite für die Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138a und die Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung 138b deutlich tiefer angeordnet werden.

In einem erfindungsgemäßen ersten Brennstoffzellenstapel 12 sind ein Brenngaseinlass 68a, ein Brenngasauslass 68b, ein Sauerstoffhaltiges-Gas-Einlass 56a, ein Sauerstoffhaltiges-Gas-Auslass 56b und andere Komponenten vorgesehen, die an oberen und unteren Abschnitten an beiden Enden in Querrichtung angeordnet sind. Eine Mehrzahl von Kühlmittel-Einlässen 70a bis 70d, eine Mehrzahl von Kühlmittel-Auslässen 70e bis 70h und andere Komponenten sind an unteren Abschnitten an der Längsseite bzw. an oberen Abschnitten an der Längsseite vorgesehen. Ein Kühlmittel fließt von den unteren Abschnitten zu den oberen Abschnitten durch Kühlmittelkanäle 74a bis 74d, um die Energieerzeugungsoberfläche gleichmäßig und zuverlässig zu kühlen.

Patentansprüche

1. Brennstoffzellenstapel, umfassend: eine Mehrzahl von Brennstoffzelleneinheiten (32), die jeweils eine Festpolymer-Ionenaustauschermembran (38) aufweisen, die zwischen einer Anodenelektrode (42) und einer Kathodenelektrode (40) angeordnet ist, wobei die Mehrzahl von Brennstoffzelleneinheiten (32) mit zwischen sie eingreifenden Separatoren (34, 36) in horizontaler Richtung gestapelt ist, wobei: die Brennstoffzelleneinheit (32) so aufgebaut ist, dass sie eine rechteckige Konfiguration hat, deren horizontale Länge länger ist als deren vertikale Länge; und eine Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138b) und eine Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138a), die zum Zuführen von Brenngas bzw. sauerstoffhaltigem Gas zu den jeweiligen Brennstoffzelleneinheiten (32) dienen, an oberen und unteren Abschnitten an beiden Enden in der Querrichtung in dem Brennstoffzellenstapel vorgesehen und angeordnet sind.
2. Brennstoffzellenstapel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass: zufuhrseitige Abschnitte der Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138b) und der Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138a) an unteren Abschnitten an den beiden Enden in der Querrichtung der Brennstoffzelleneinheit (32) vorgesehen sind; und abfuhrseitige Abschnitte der Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138b) und der Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138a) an oberen Abschnitten an den beiden Enden in der Querrichtung der Brennstoffzelleneinheit (32) vorgesehen sind.
3. Brennstoffzellenstapel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass: eine Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitung (138c) zum Zuführen von Kühlmedium an oberen und unteren Ab-

schnitten an einer langen Seite des Brennstoffzellenstapels vorgesehen und angeordnet ist; ein zufuhrseitiger Abschnitt der Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitung (138c) an dem unteren Abschnitt der langen Seite vorgesehen ist; und ein abfuhrseitiger Abschnitt der Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitung (138c) an dem oberen Abschnitt der langen Seite vorgesehen ist.

4. Brennstoffzellenstapel nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass:

zufuhrseitige Abschnitte der Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138b) und der Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138a) an unteren Abschnitten an den beiden Enden in der Querrichtung der Brennstoffzelleneinheit (32) vorgesehen sind; und abfuhrseitige Abschnitte der Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138b) und der Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138a) an oberen Abschnitten an den beiden Enden in der Querrichtung der Brennstoffzelleneinheit (32) vorgesehen sind.

5. Brennstoffzellenstapel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass:

eine Brenngas-Zufuhröffnung (58a) und eine Brenngas-Abfuhröffnung (58b), die mit der Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138b) in Verbindung stehen, sowie eine Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhröffnung (56a) und eine Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhröffnung (56b), die mit der Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138a) in Verbindung stehen, an den oberen und unteren Abschnitten an den beiden Enden in der Querrichtung der Brennstoffzelleneinheit (32) vorgesehen sind; und

jede der Brenngas-Zufuhröffnung (58a), der Brenngas-Abfuhröffnung (58b), der Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhröffnung (56a) und der Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhröffnung (56b) so ausgestaltet ist, dass sie eine rechteckige Konfiguration hat, deren vertikale Länge länger ist als deren horizontale Länge.

6. Brennstoffzellenstapel, umfassend: eine Mehrzahl von Brennstoffzelleneinheiten (32), die jeweils eine Festpolymer-Ionenaustauschermembran (38) aufweisen, die zwischen einer Anodenelektrode (42) und einer Kathodenelektrode (40) angeordnet ist, wobei die Mehrzahl von Brennstoffzelleneinheiten (32) mit zwischen sie eingreifenden Separatoren (34, 36) in horizontaler Richtung gestapelt ist, wobei:

die Brennstoffzelleneinheit (32) so aufgebaut ist, dass sie eine rechteckige Konfiguration hat, deren horizontale Länge länger ist als deren vertikale Länge; wobei der Brennstoffzellenstapel ferner umfasst:

eine Brenngas-Zufuhröffnung (68a), eine Brenngas-Abfuhröffnung (68b), eine Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhröffnung (56a) sowie eine Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhröffnung (56b), die an oberen und unteren Abschnitten an beiden Enden in Querrichtung in dem Brennstoffzellenstapel vorgesehen und angeordnet sind;

eine Mehrzahl kontinuierlicher Brenngaskanäle (72, 73), die an einer kurzen Seite Kurven bilden, um eine Verbindung zwischen der Brenngas-Zufuhröffnung (68a) und der Brenngas-Abfuhröffnung (68b) herzustellen, um der Anodenelektrode (42) Brenngas zuzuführen;

eine Mehrzahl kontinuierlicher Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanäle (62, 65), die an der kurzen Seite Kurven bilden, um eine Verbindung zwischen der Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhröffnung (56a) und der Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhröffnung (56b) herzustellen, um der Katho-

denelektrode (40) sauerstoffhaltiges Gas zuzuführen; eine Mehrzahl von Kühlmittel-Zufuhröffnungen (70a bis 70d), die separat voneinander an unteren Abschnitten an einer langen Seite des Brennstoffzellenstapels vorgesehen sind; eine Mehrzahl von Kühlmittel-Abfuhröffnungen (70e bis 70h), die separat voneinander an oberen Abschnitten der langen Seite in dem Brennstoffzellenstapel vorgesehen sind; und Kühlmittelkanäle (74a bis 74d), um eine Verbindung zwischen den Kühlmittel-Zufuhröffnungen (70a bis 70d) und den Kühlmittel-Abfuhröffnungen (70e bis 70h) herzustellen, um zu ermöglichen, dass Kühlmittel von dem unteren Abschnitt zu dem oberen Abschnitt fließt.

7. Brennstoffzellenstapel nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlmittelkanäle (74a bis 74d) Kanalnuten (78) umfassen, die in Schwerkraft-richtung parallel sind und die um vorbestimmte Abstände voneinander getrennt sind.

8. Brennstoffzellenstapel nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass: die Brenngas-Zufuhröffnung (68a) und die Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhröffnung (56a) an den unteren Abschnitten an den beiden Enden in der Querrichtung vorgesehen sind; die Brenngas-Abfuhröffnung (68b) und die Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhröffnung (56b) an den oberen Abschnitten an den beiden Enden in der Querrichtung vorgesehen sind; und ermöglicht wird, dass das Brenngas und das sauerstoffhaltige Gas von den unteren Abschnitten zu den oberen Abschnitten durch die Brenngaskanäle (72, 73) und die Sauerstoffhaltiges-Gas-Kanäle (62, 65) fließen.

9. Brennstoffzellenstapel nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Kühlmittel-Zufuhröffnungen (70a bis 70d) und zwischen den Kühlmittel-Abfuhröffnungen (70e bis 70h) Durchgangslöcher (63) ausgebildet sind, und dass in die Durchgangslöcher (63) Befestigungsbolzen (154) eingesetzt sind, um den Brennstoffzellenstapel in integrierter Weise zu befestigen.

10. Brennstoffzellenstapel nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine einzelne Kühlmittel-Einlaßöffnung (128), die mit der Mehrzahl von Kühlmittel-Zufuhröffnungen (70a bis 70d) in Verbindung steht, sowie eine einzelne Kühlmittel-Abfuhröffnung (132), die mit der Mehrzahl von Kühlmittel-Abfuhröffnungen (70e bis 70h) in Verbindung steht, an im Wesentlichen zentralen Abschnitten einer vertikalen Oberfläche (24a) einer Endplatte (24) vorgesehen sind, die an einem Ende in Stapelrichtung des Brennstoffzellenstapels angeordnet ist.

11. Brennstoffzellensystem, versehen mit Brennstoffzellenstapeln, die jeweils eine Mehrzahl von Brennstoffzelleneinheiten (32) aufweisen, die jeweils eine Festpolymer-Ionenaustauschermembran (38) aufweisen, die zwischen einer Anodenelektrode (42) und einer Kathodenelektrode (40) angeordnet ist, wobei die Mehrzahl von Brennstoffzelleneinheiten (32) in horizontaler Richtung mit zwischen sie eingreifenden Separatoren (34, 36) gestapelt ist, wobei das Brennstoffzellensystem umfasst: erste und zweite der Brennstoffzellenstapel (12, 14), die in Stapelrichtung parallel zueinander angeordnet sind; erste und zweite Stromenergie-Ableitanschlüsse (20, 22), deren einer eine positive Elektrode ist, deren ande-

rer eine negative Elektrode ist, und die an einander benachbarten vertikalen Oberflächen an ersten Enden der ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel (12, 14) angeordnet sind; eine Brenngas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138b), eine Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhr/Abfuhrleitung (138a) sowie eine Kühlmittel-Zufuhr/Abfuhrleitung (138c), die jeweils symmetrisch in den ersten und zweiten Brennstoffzellenstapeln (12, 14) vorgesehen sind; und eine Brenngas-Zufuhröffnung (122a), eine Brenngas-Abfuhröffnung (122b), eine Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhröffnung (120a) sowie eine Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhröffnung (120b), die jeweils symmetrisch vorgesehen sind und die an oberen und unteren Abschnitten an beiden Enden in Querrichtung an einander benachbarten vertikalen Fläche an zweiten Enden der ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel (12, 14) angeordnet sind.

12. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kühlmittel-Zufuhröffnung (128) und eine Kühlmittel-Abfuhröffnung (132) an inneren Positionen in oberen und unteren Richtungen und in rechten und linken Richtungen in Bezug auf die Brenngas-Zufuhröffnung (122a) vorgesehen sind und angeordnet sind, wobei die Brenngas-Abfuhröffnung (122b), die Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhröffnung (120a) und die Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhröffnung (124b) in der vertikalen Oberfläche an dem zweiten Ende vorgesehen sind.

13. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch eine Rohranordnung (28) zur Herstellung einer Verbindung zwischen den Brenngas-Zufuhröffnungen (122a), zwischen den Brenngas-Abfuhröffnungen (122b), zwischen den Sauerstoffhaltiges-Gas-Zufuhröffnungen (120a) sowie zwischen den Sauerstoffhaltiges-Gas-Abfuhröffnungen (120b), die für die ersten und zweiten Brennstoffzellenstapel (12, 14) vorgesehen sind.

Hierzu 19 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

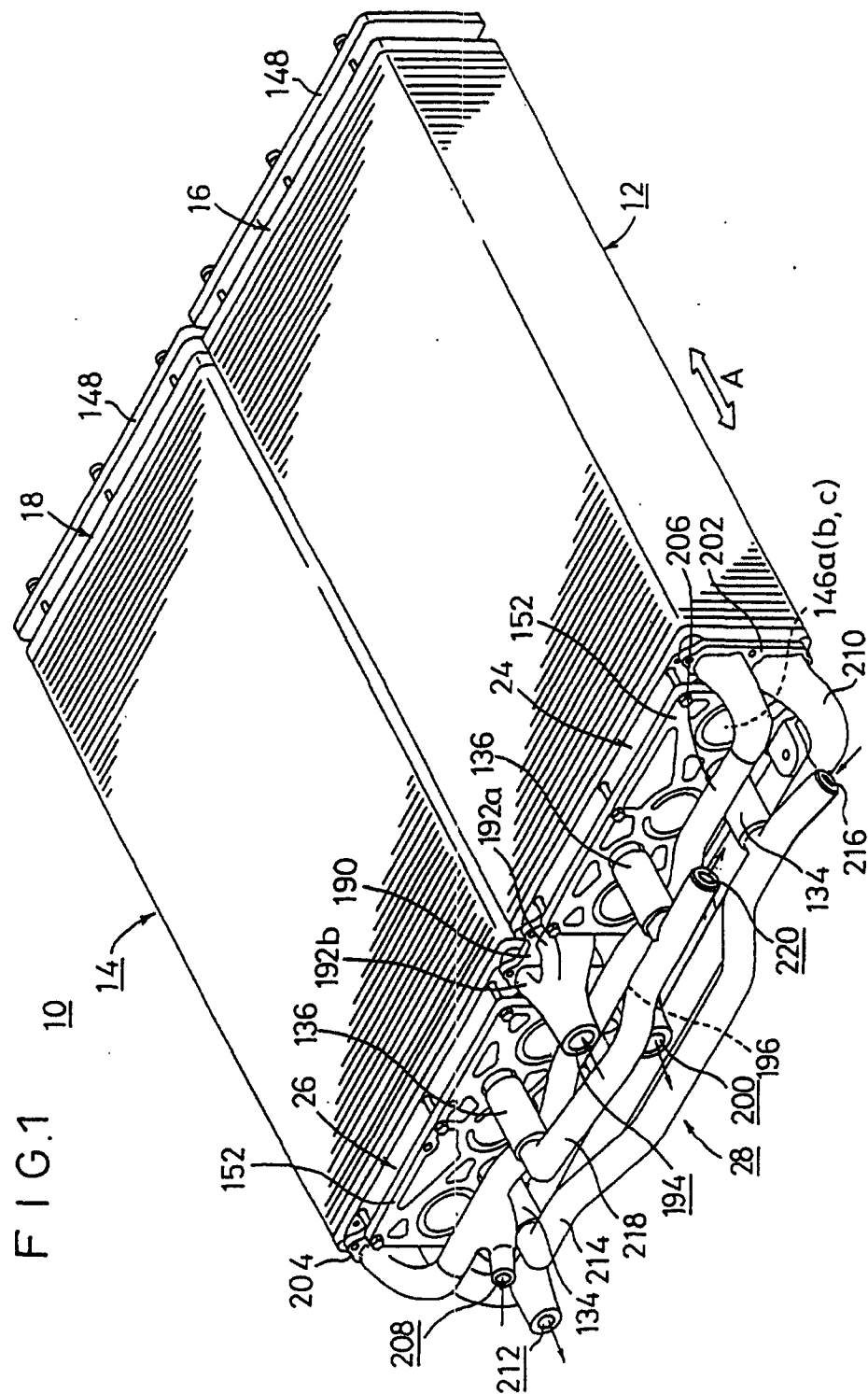


FIG. 2

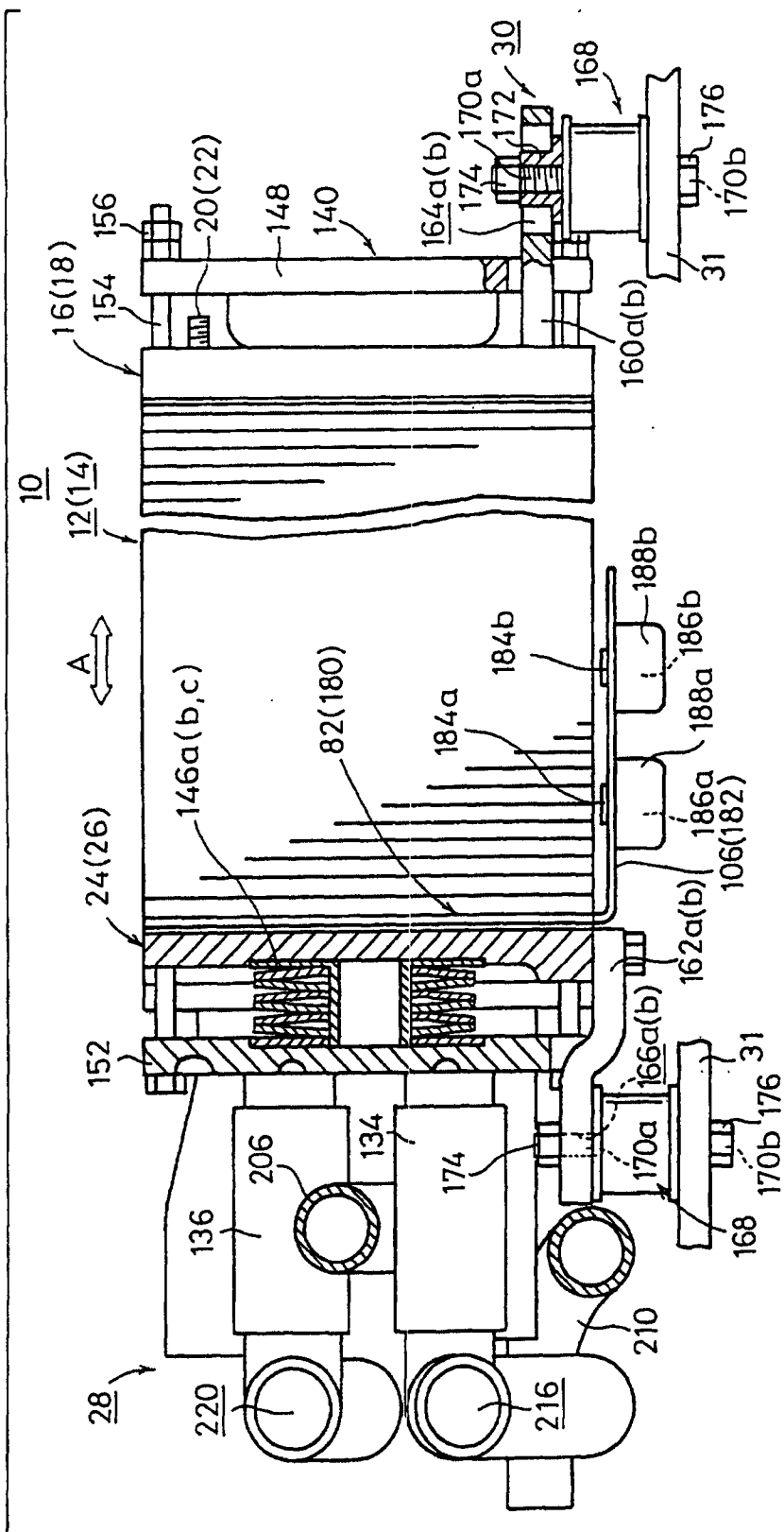


FIG.3

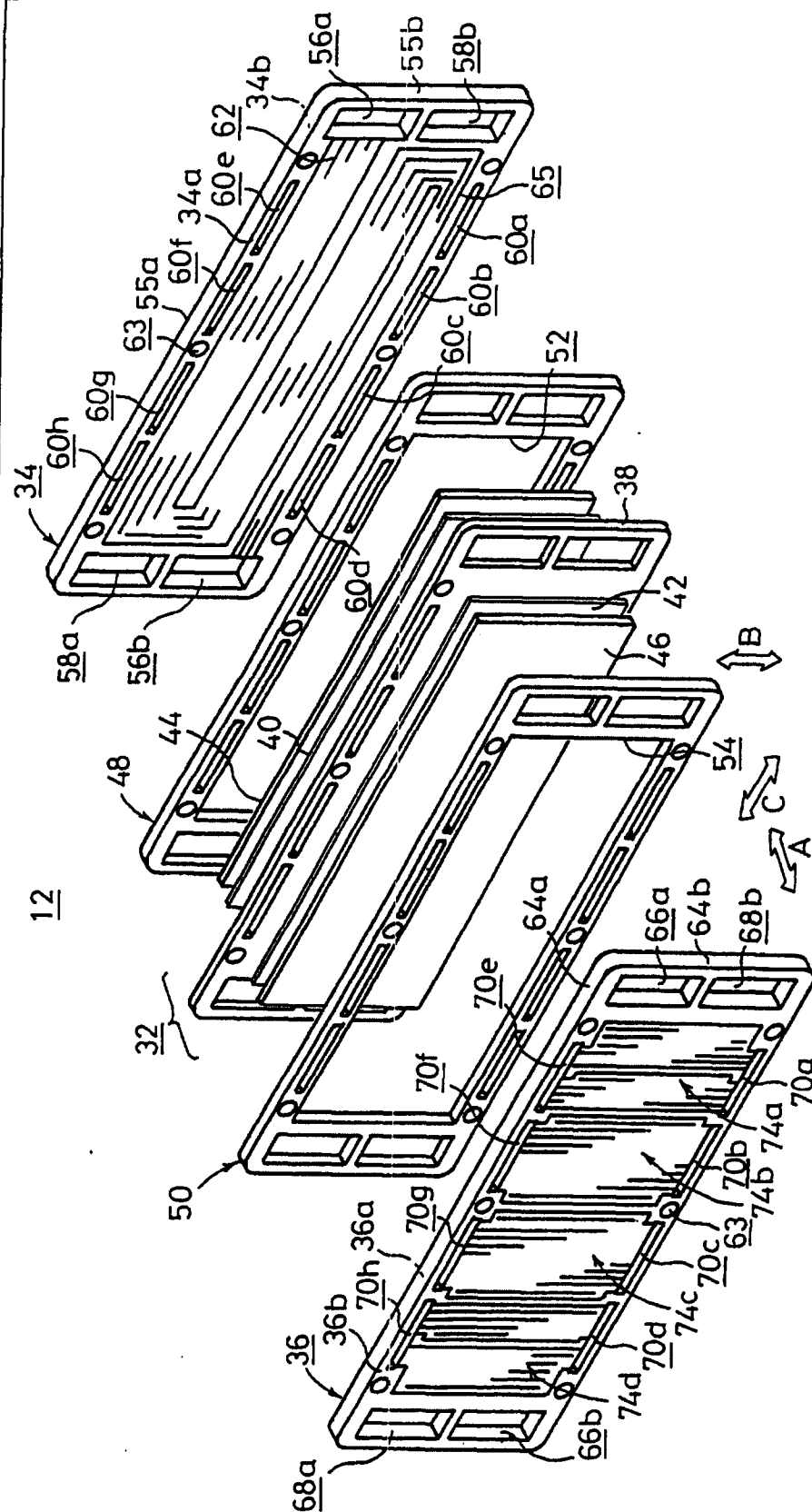


FIG. 4

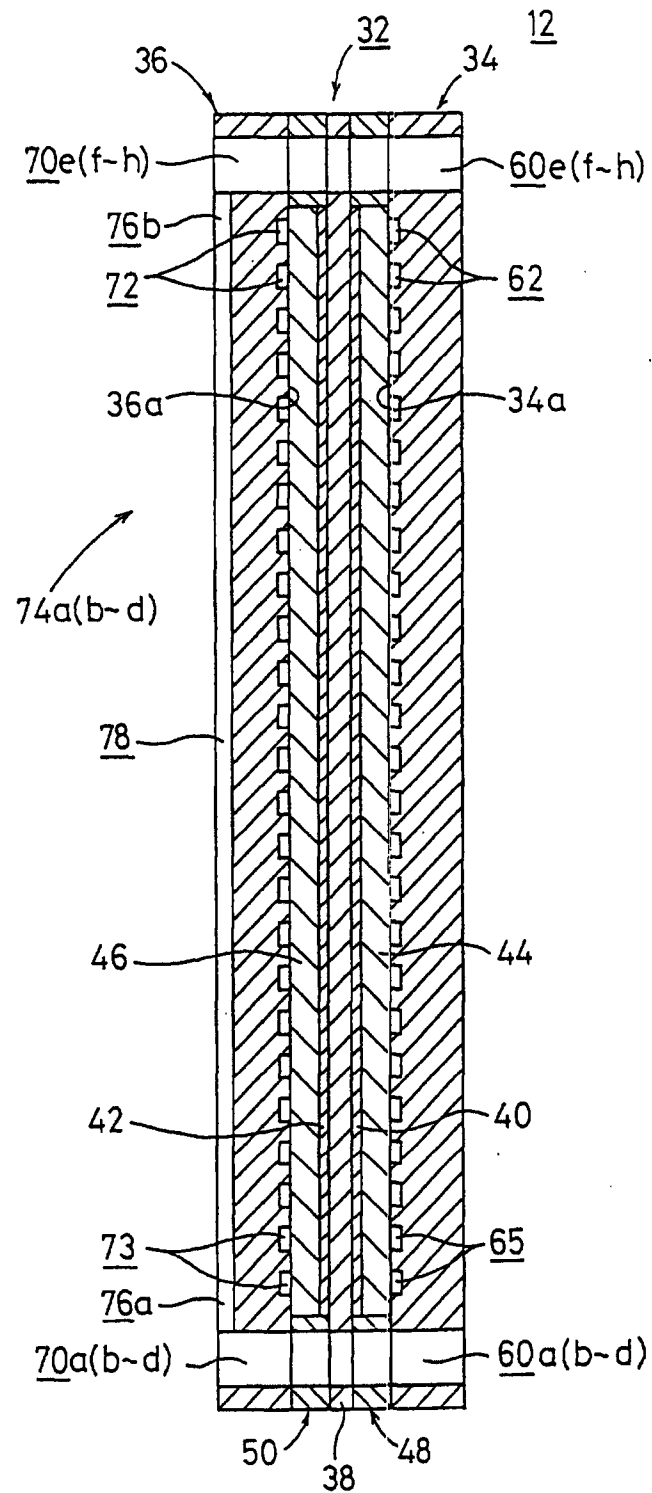


FIG. 5

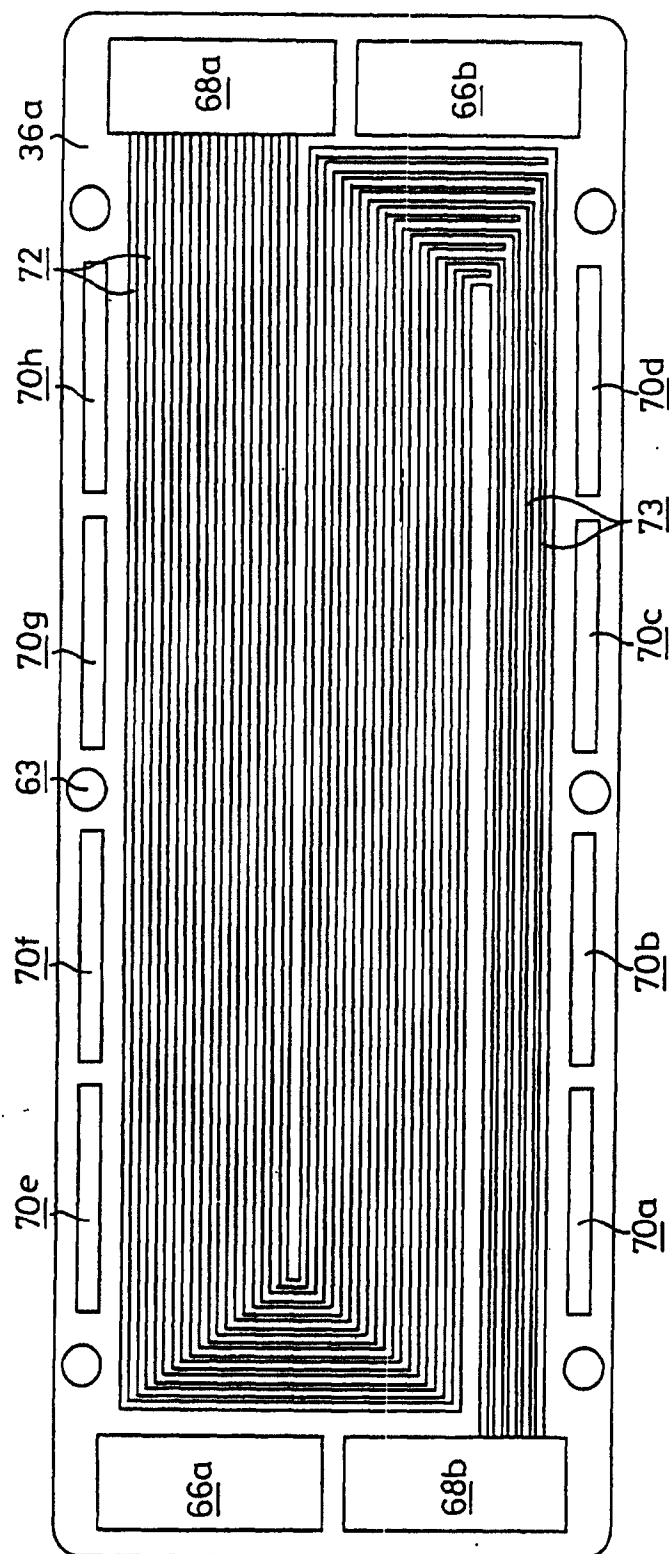
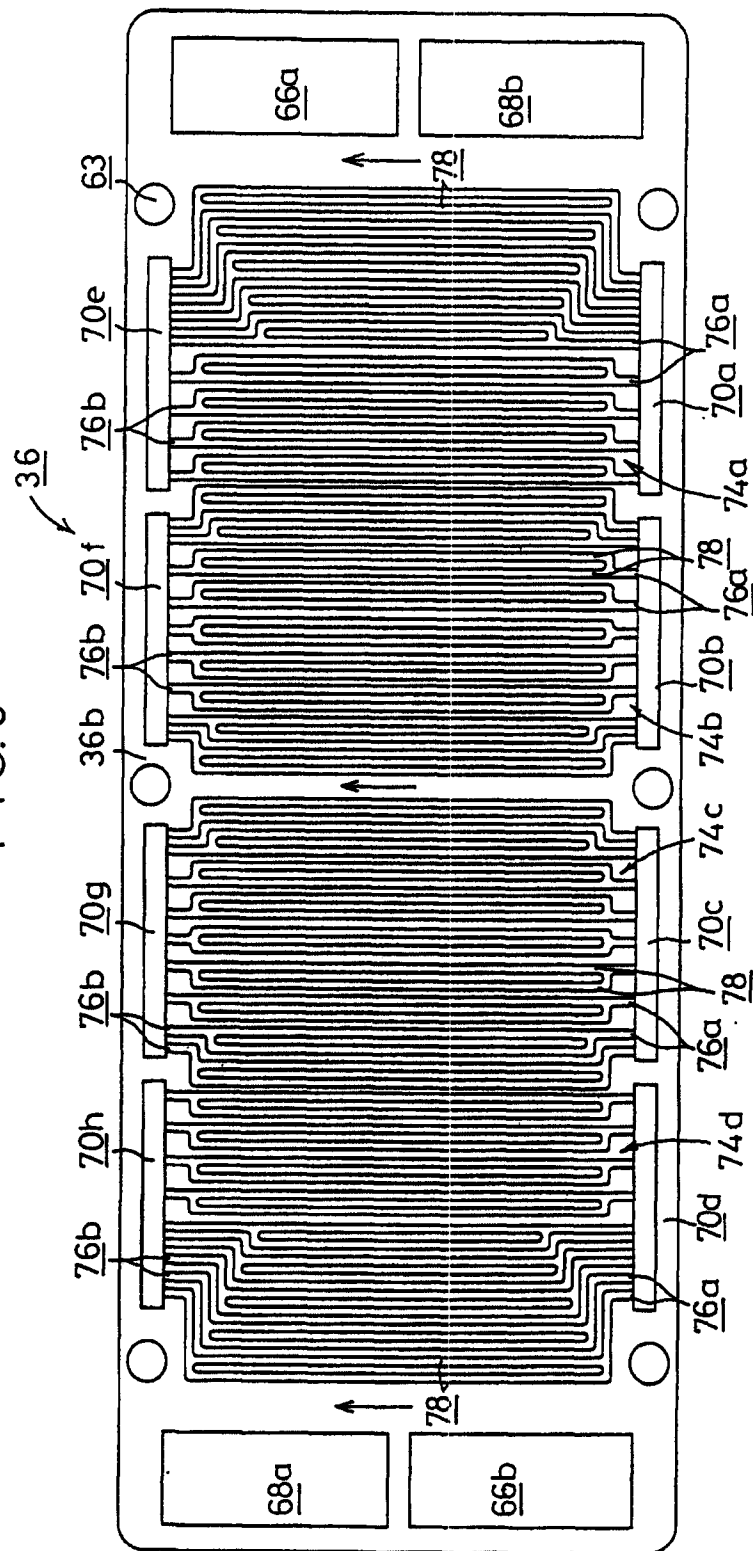


FIG. 6



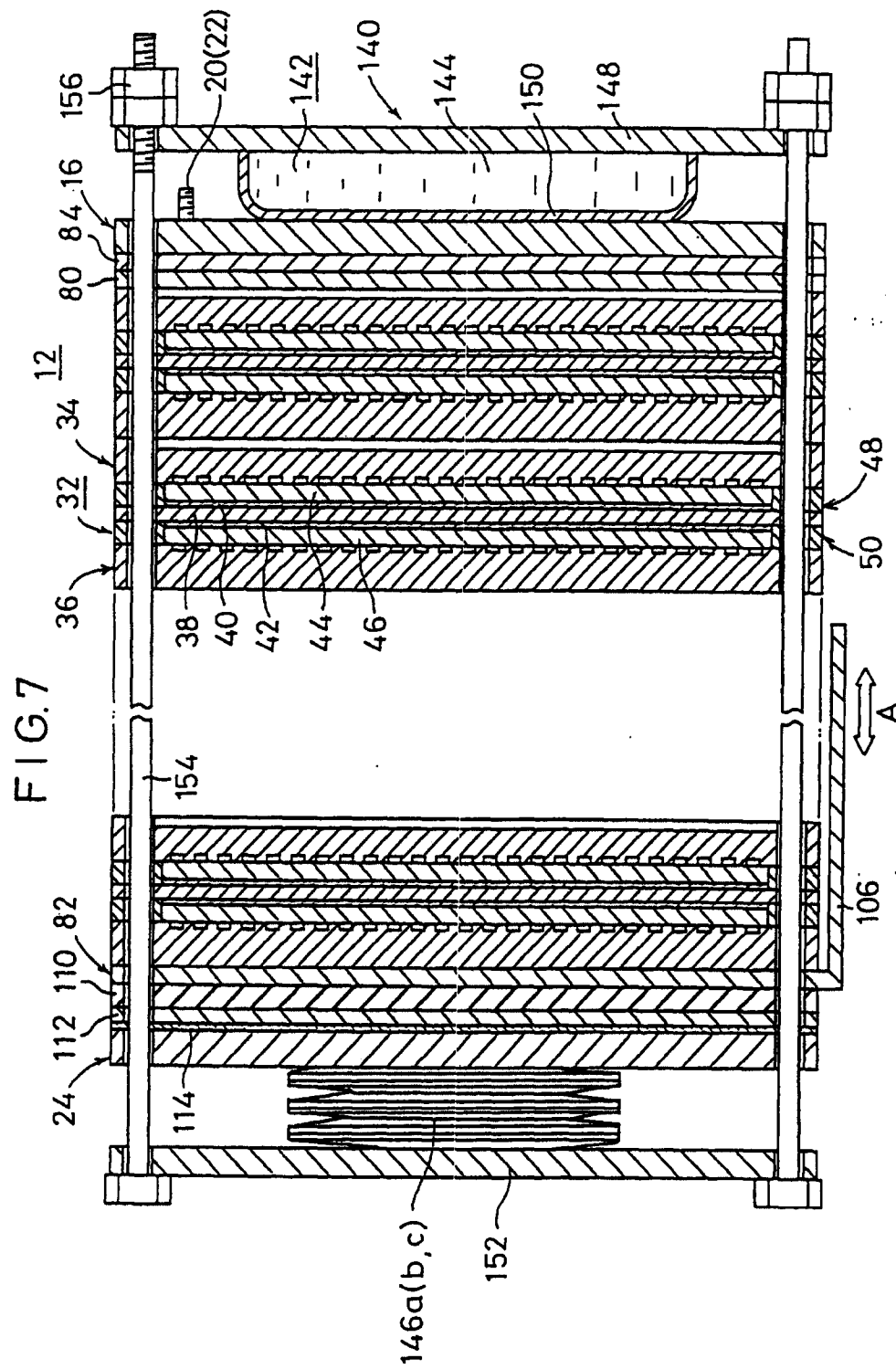


FIG. 8

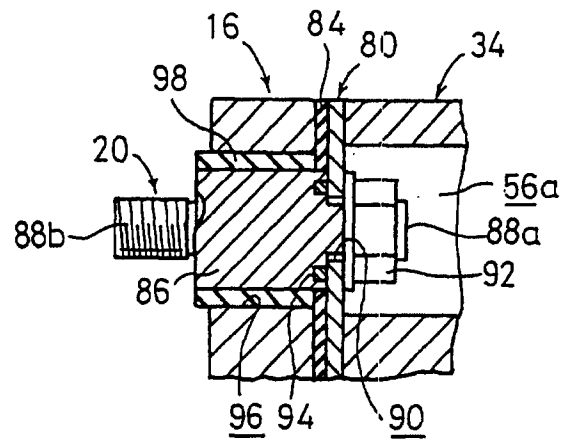


FIG. 9

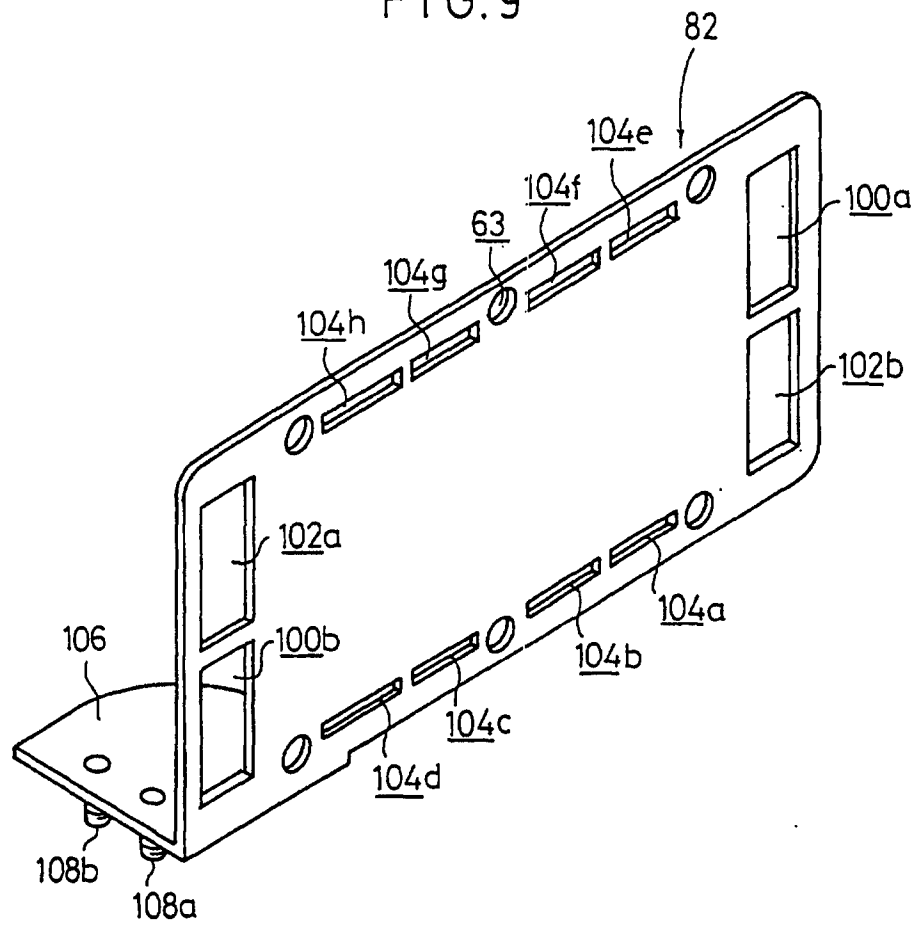
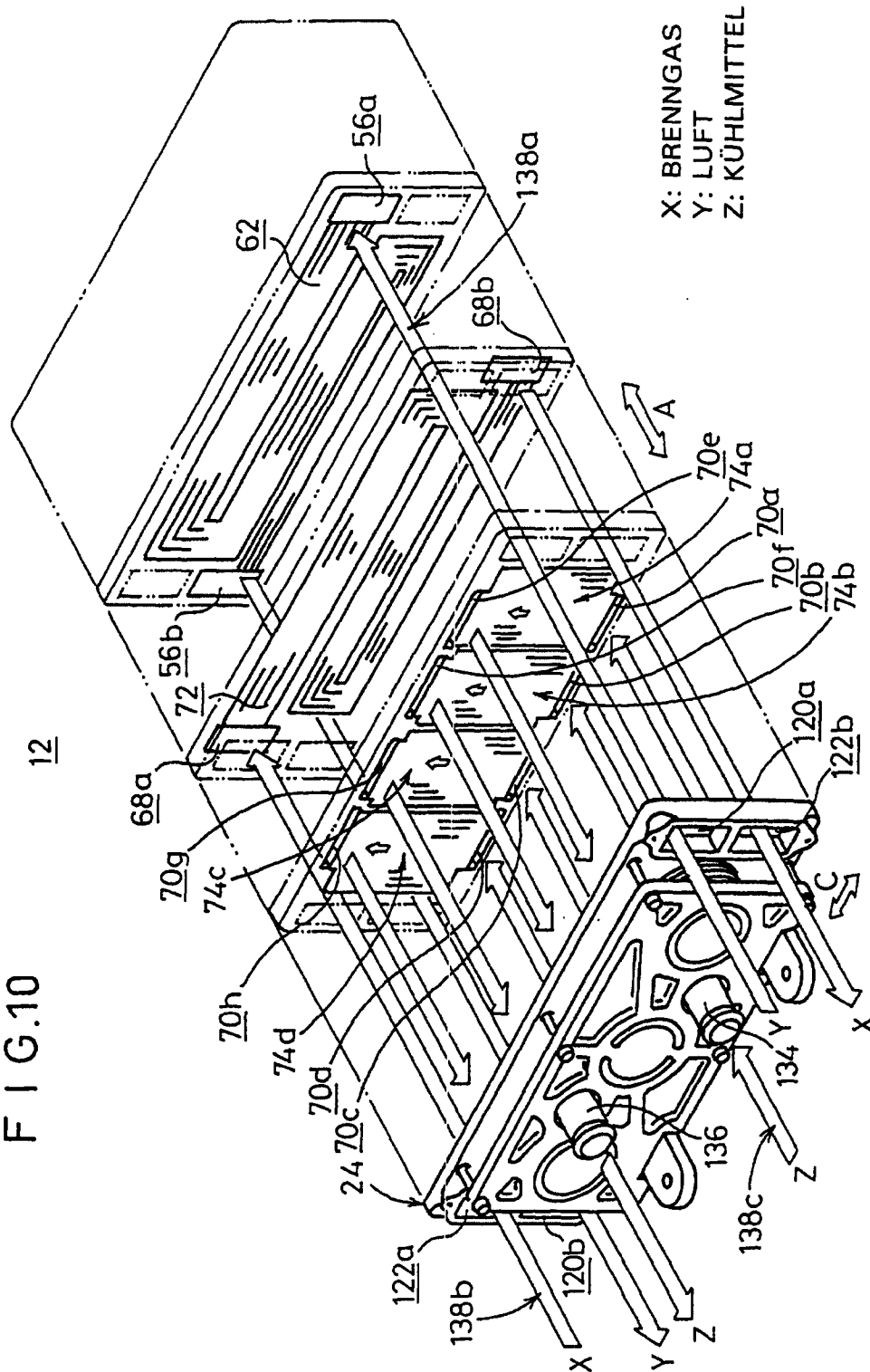


FIG.10



X: BRENNGAS
Y: LUFT
Z: KÜHLMITTEL

FIG.11

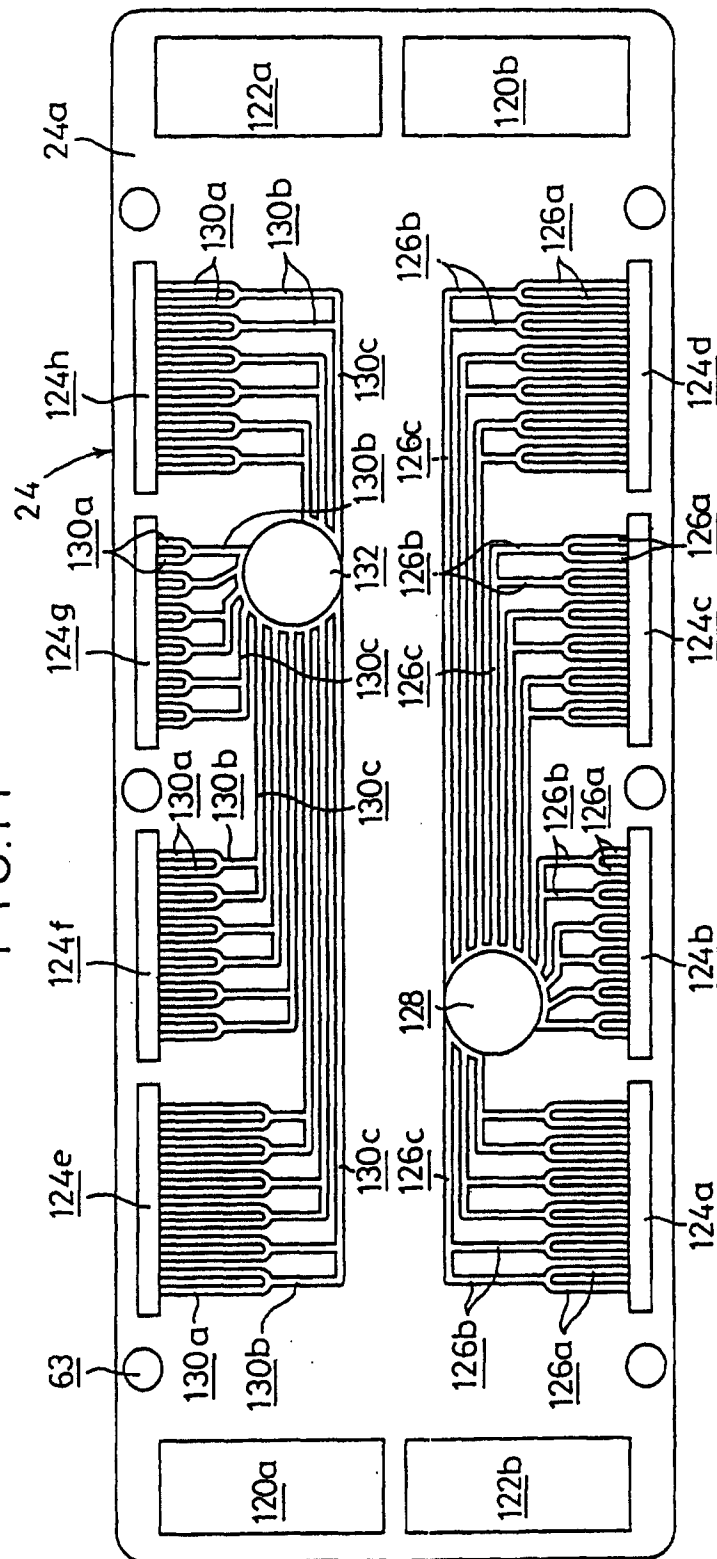
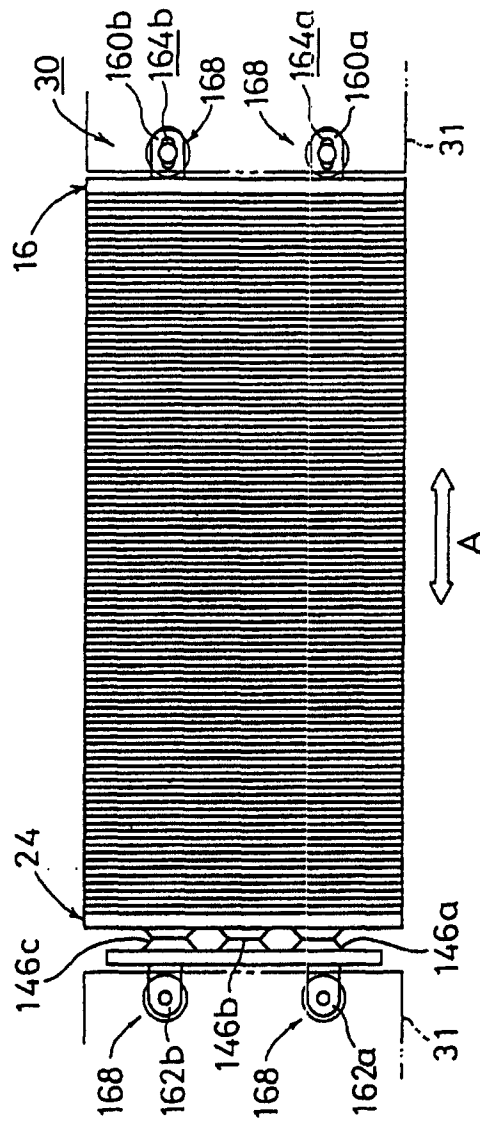
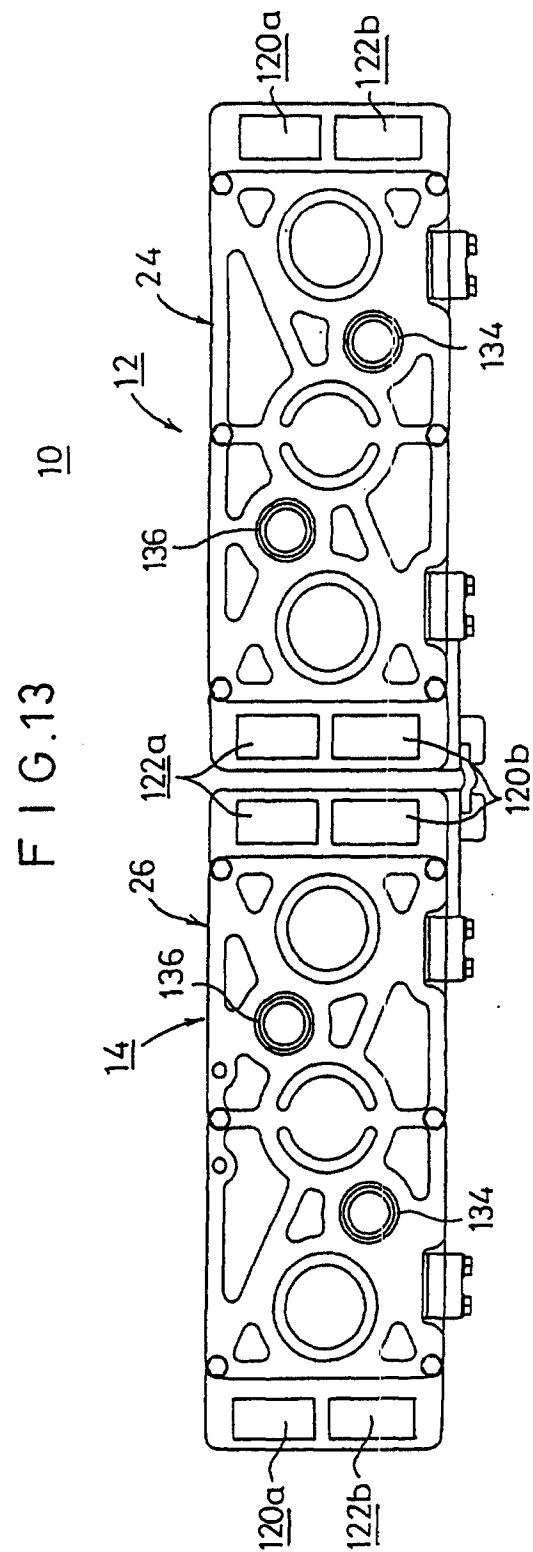


FIG.12

12





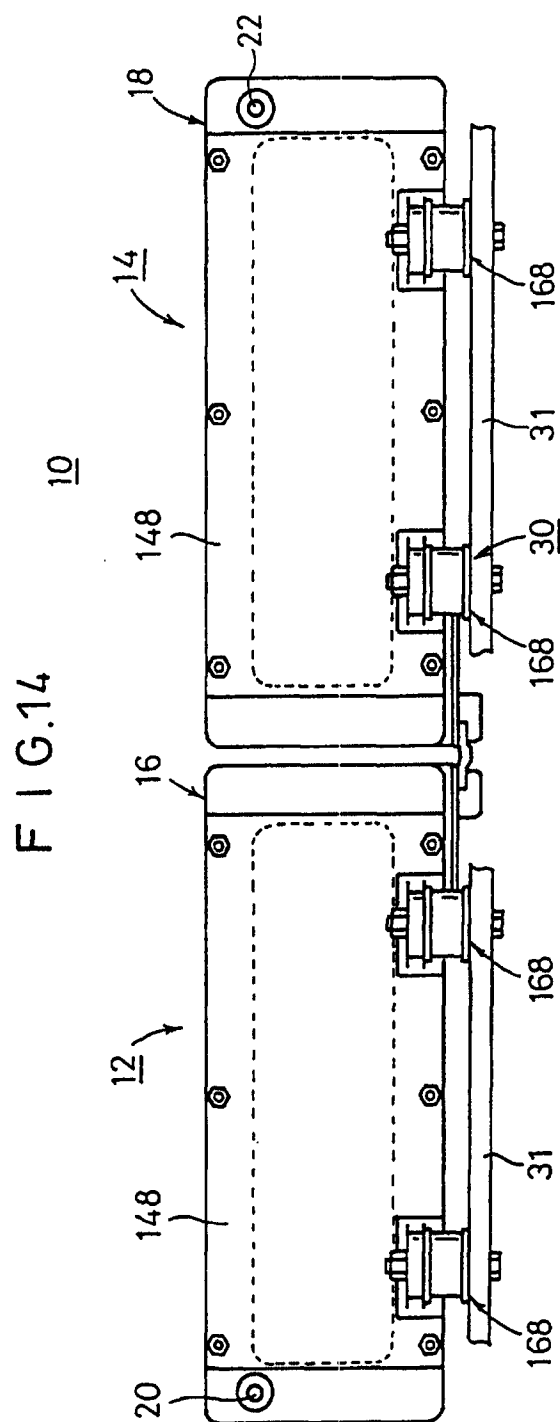


FIG. 16

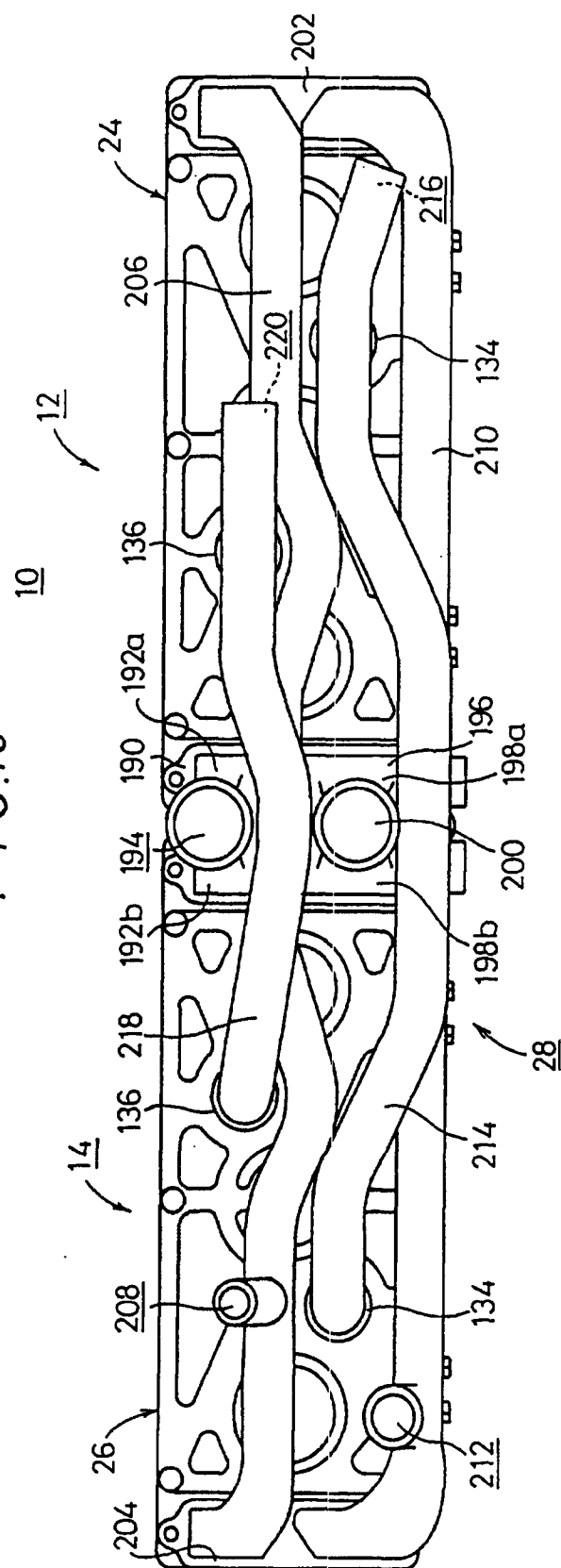
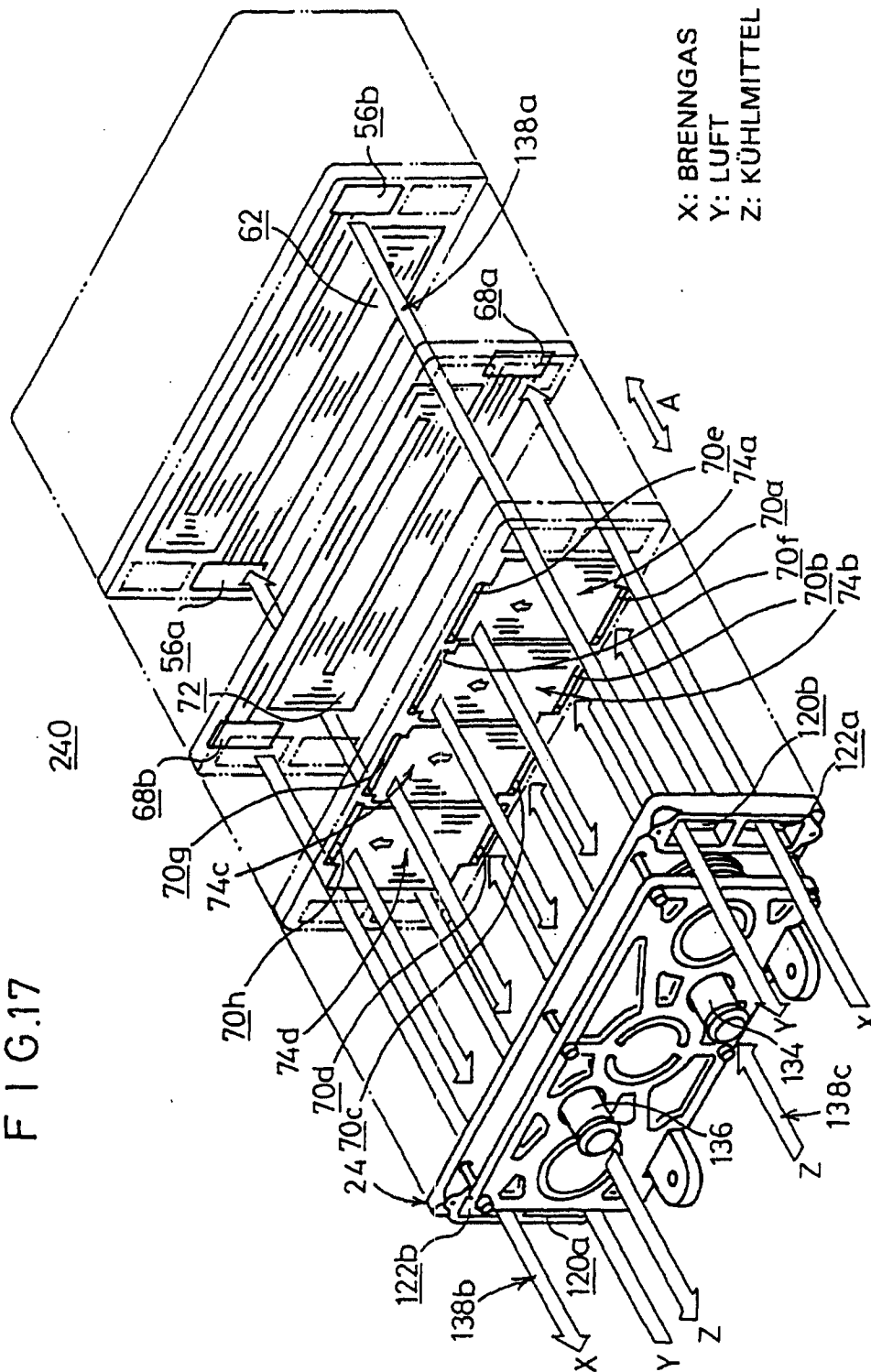


FIG.17



X: BRENNGAS
Y: LUFT
Z: KÜHLMITTEL

F1G.18

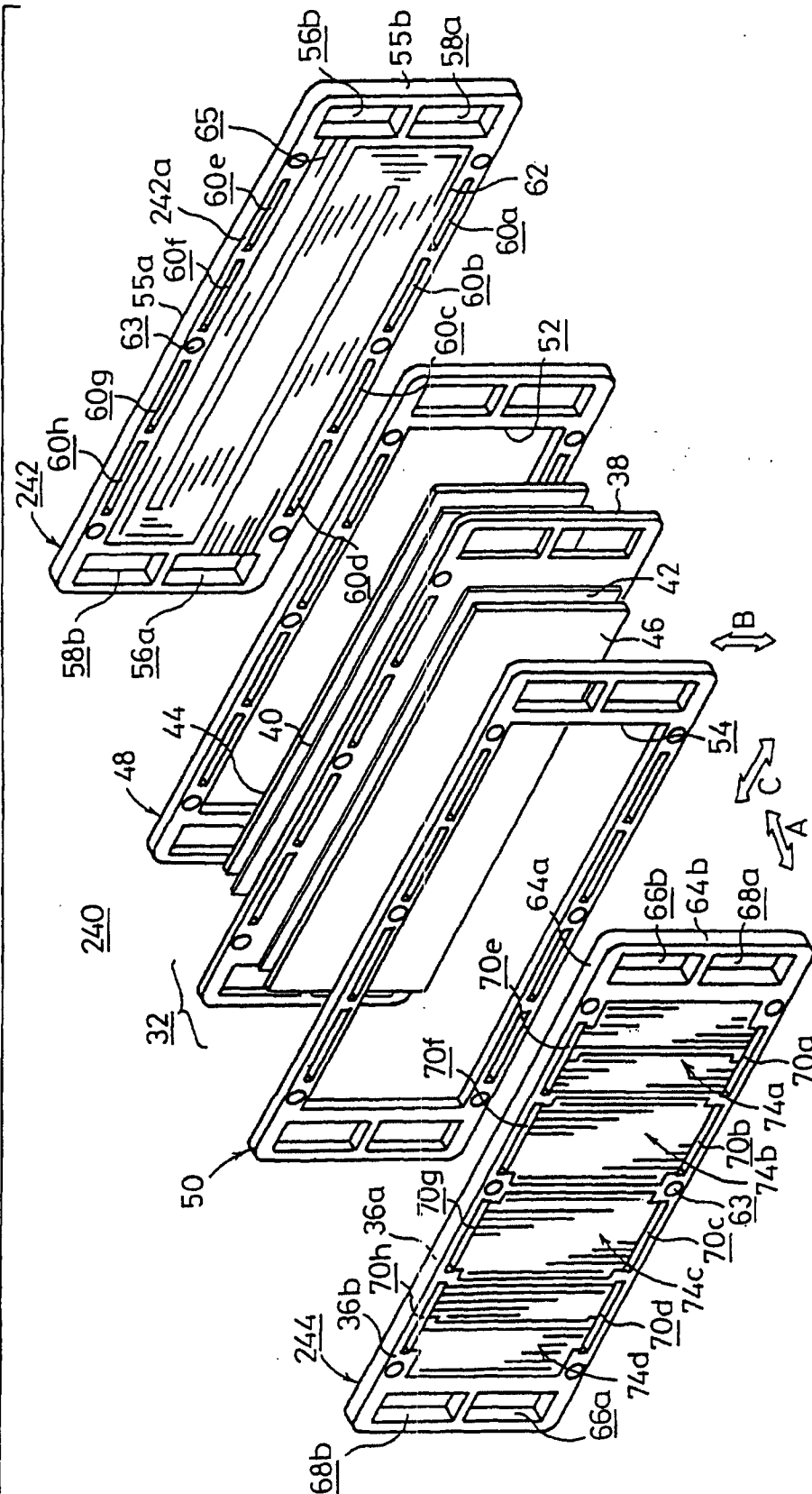


FIG. 19

